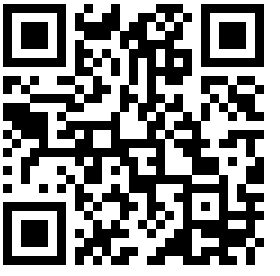
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

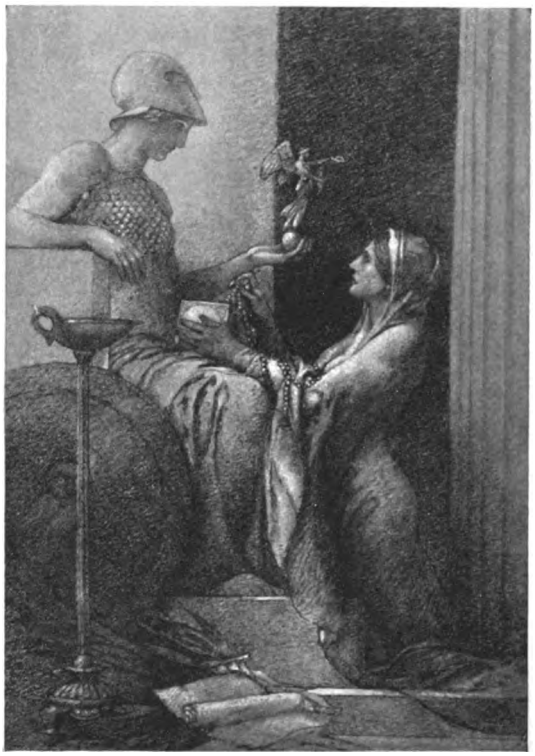
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Stanford University Libraries
3 6105 027 381 701

Digitized by Google



STANFORD·VNIVERSITY·LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE

QUE

DIRECTEUR DE LA RÉDA

CHARLES MOUR

MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE

PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRA

NS LE TEXTE

Décembre 1925

PARIS

QUE ET LITTÉRAIRE (REVUE BLEU

VUE SCIENTIFIQUE

RD SAINT-GERMAIN, 286

1925

Digitized by Google

Revue Scientifique

Directeur :
PAUL GAULTIER

Directeur de la Rédaction :
CH. MOUREU
Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine,
Professeur au Collège de France

Secrétaire Général de la Rédaction :
R. DONGIER
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Secrétaire de la Rédaction :
L. FRANCHET

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER.

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

AVEC 520 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

63e ANNÉE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1925

PARIS
BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE ET LITTÉRAIRE (REVUE BLEUE)*
ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*
286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

1925

Digitized by Google

.. SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'IMPRIMERIE D'ANGERS .. ..
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
.. .. PARIS, 15, rue du Laos (XV^e^) ; ANGERS, 4, rue Garnier .. ..

339889

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 1 — 63e ANNÉE — 10 JANVIER 1925

PORTRAITS DE SAVANTS

ALPHONSE MILNE EDWARDS

MEMBRE DE LA SECTION D'ANATOMIE ET DE ZOOLOGIE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Pendant les dernières années du XVIIIe siècle et la plus grande partie du XIXe, les visiteurs du Jardin des Plantes étaient surpris, autant que charmés, de voir, au milieu de la splendeur de ses grands arbres séculaires et en bordure d'une rue morose et déserte, alignées de petites maisons d'aspect rustique. Avec leurs toits bas et moussus, leurs murs lézardés, couverts de lierre, sur quoi couraient des rosiers grimpants, avec leur petit enclos limité par une barrière de bois vétuste, elles avaient un air à la fois vieillot et touchant.

Ces vieilles demeures, ainsi que d'autres, semées dans le grand Jardin peuplé d'animaux rares ou curieux, abritaient une véritable colonie de savants consacrés à l'étude de la nature sous toutes ses formes. Installés au milieu de leurs collections, vivantes ou inanimées, comme dans leur bien propre ils s'y dévouaient tout entiers.

Ils vivaient là, calmes et tranquilles, et lorsque, le soir, étaient closes les lourdes portes extérieures, aux serrures monstrueuses, rappelant celles d'une prison ou d'un antique couvent, et que la rumeur de la grande ville était assoupie, il ne tenait qu'à eux de se croire ensevelis dans le silence de la plus lointaine province.

Uniquement préoccupés de leur enseignement, de leurs collections et de leurs travaux, ils n'étaient pas effleurés par le souci du lendemain, car l'heure de la fâcheuse retraite ne sonnait pour eux que sous la forme de l'éternel repos.

Leurs familles vivaient dans une grande intimité; les enfants grandissaient côte à côte; il se nouait là de précoces amitiés souvent transformées en liens plus tendres et de fréquentes unions consolidaient d'une façon étroite et parfois compliquée ce bloc doué d'une originalité puissante. On y vit des fils, élèves de leur père, voire même quelques gendres, devenus professeurs à leur tour, parfois dans la même chaire, et l'on a parlé de dynasties.

Peut-être ne faudrait-il pas s'exagérer la perfection et le calme d'une vie aussi intime; il n'est pas douteux que dans une telle réunion d'hommes qui, pour être des savants, n'en étaient pas moins des hommes, de leurs femmes, de leurs descendants, de leurs ascendants, avec l'inévitable cortège de domestiques et d'animaux domestiques, les rivalités, les petitesses inséparables d'une existence trop resserrée ne devaient pas manquer, mais dans son ensemble ce milieu scientifique et familial apparaît comme ayant eu un grand charme et surtout des avantages très évidents, quand on se souvient que, sur lui, planent les grands noms des Lamarck, des Cuvier, des Geoffroy Saint-Hilaire, des de Jussieu, des Haüy, et de tant d'autres qui, sous les bienfaisants ombrages du Jardin des Plantes, ont établi les bases solides des sciences naturelles pour la plus grande gloire de la France et de cette Académie dont ils ont été parmi les plus illustres représentants.

Avec le temps, des fissures se sont produites dans

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

ce bloc. Le cadre des collections et des laboratoires est devenu trop étroit pour son contenu ; il a fallu trouver de la place pour des bâtiments nouveaux. Ces vieilles maisons, parcimonieusement entretenues, ont dû être abandonnées et n'ont pas été remplacées. Quelques abus, peut-être, un besoin de nivellement ne datant pas d'hier, certainement, ont peu à peu, ou brusquement, fait disparaître les caractéristiques si spéciales du vieux Muséum national d'histoire naturelle et dispersé la plupart de ses professeurs aux quatre vents de la capitale.

Des voyageurs revenus d'Amérique — on a beaucoup découvert l'Amérique depuis quelque temps — nous ont appris et donné comme preuve d'une initiative remarquable que, là-bas, dans certaines universités, des professeurs sont logés avec leur famille dans de petites villas, distribuées au milieu de la verdure, à proximité de leurs collections et de leurs laboratoires, pour le plus grand bien de leurs travaux et de leurs étudiants. Il arrive ainsi parfois, en France, que sont fort prisées, comme nouvelles, de vieilles choses revenant de l'étranger chez nous, où, de nos propres mains, nous les avions détruites.

Si je remue ces vieux souvenirs, c'est qu'ils me sont utiles pour situer dans son milieu le confrère auquel je vais consacrer cette Notice, Alphonse Milne Edwards, pendant la direction duquel j'ai fait mes débuts dans cette illustre maison dont, hélas, je suis devenu le doyen, tout au moins de nomination.

FIG. 1. — Maison de Cuvier, pendant longtemps habitée par Henri et Alphonse Milne Edwards.

Beaucoup d'entre vous l'ont connu ; ils se souviennent de cet homme de petite taille, de chétive apparence, au visage glabre, barré par une moustache et encadré de côtelettes grisonnantes, éclairé par des yeux vifs, à la fois intelligents et bons. Homme de devoir, d'une haute conscience, d'un abord froid et réservé, un peu raide, se livrant peu et seulement à bon escient, il apparaissait comme transformé lorsqu'il s'abandonnait dans un cercle ami, charmant alors par l'étendue de sa culture,

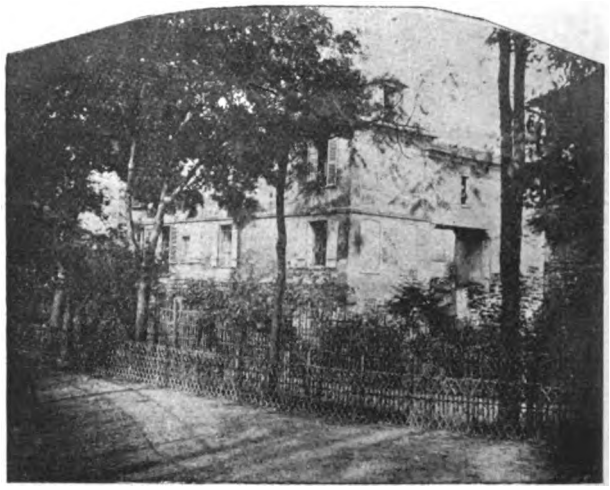


FIG. 2. — Maison de Cordier, plus tard habitée par Frémy, vue du Jardin des Plantes (1).

la finesse et la vivacité de son esprit et aussi par l'excellence de son cœur. Il a tenu une place importante dans la science française, au Muséum, dans l'Université, ici même.

Alphonse Milne Edwards n'est pas né au Jardin des Plantes. Il est né rue Saint-Etienne-du-Mont, mais il y est venu à l'âge de six ans, et il ne l'a plus quitté. Il y a été élevé, il y a trouvé la compagne de sa vie, il y a fait toute sa carrière, il y est mort au poste de commandement. Il s'est tellement identifié avec le Muséum que l'histoire de celui-ci ne saurait être faite sans toucher à la sienne.

Son père, Henri Milne Edwards, l'illustre zoologiste et physiologiste, était le vingt-septième enfant d'un colonel de milice de la Jamaïque qui était venu s'établir dans les Flandres et avait réclamé, en 1814, la nationalité française pour lui et les siens. Il avait été élevé par un de ses frères aînés, William Edwards, lui-même savant distingué, auquel des travaux sur les langues celtiques ouvrirent les portes de l'Académie des Inscriptions. Pourvu d'une situation matérielle indépendante, Henri Edwards s'était fait recevoir docteur en médecine, mais il avait débuté en dilettante, dans

(1) Ces photographies de la maison de Cordier, aujourd'hui démolie, ont été faites en 1862 : les personnages sont Mme Vve Cordier et ses enfants (M., Mme et Mlle Read).

Digitized by Google

un milieu d'artistes, de peintres et de musiciens. Il avait épousé la fille d'un officier de la Grande Armée, le colonel Trézel, qui devint général, se distingua pendant la conquête de l'Algérie et fut ministre de la Guerre. Des revers de fortune le mirent un jour dans la nécessité de subvenir à ses besoins, il y pourvut avec l'aide de plusieurs de ses

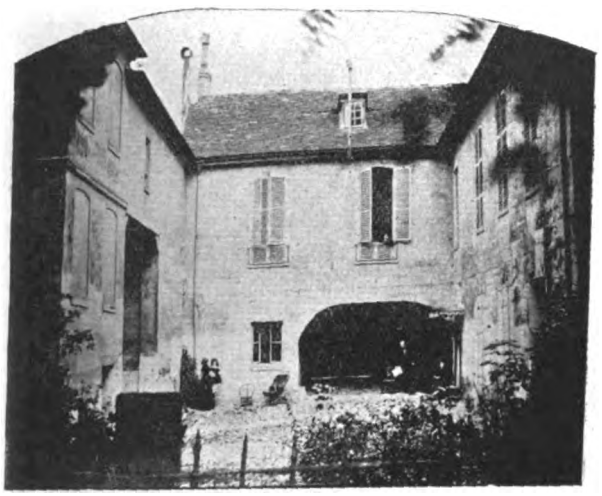


Fig. 3. — Cour de la Maison de Cordier.

amis qu'il devait retrouver sous cette coupole : Audouin, Adolphe Brongniart, Jean-Baptiste Dumas. Il entra d'abord dans l'enseignement, puis il aborda des études zoologiques ; il avait trouvé sa voie et il ne tarda pas à s'y distinguer..... Ses beaux travaux lui ouvrirent, dès 1838, les portes de l'Académie, où il succéda à Frédéric Cuvier et, trois ans plus tard, celles du Muséum, où il remplaça Audouin dans la chaire d'Entomologie. C'est alors qu'il vint habiter le Jardin des Plantes, d'abord dans la maison de Cuvier, plus tard dans le pavillon actuel de l'Administration (ancien hôtel de Magny, acheté jadis par Buffon, et dans lequel l'avaient précédé : Fourcroy, Alexandre Brongniart, ses gendres J.-B. Dumas et Audouin, son fils Adolphe Brongniart, Valenciennes, un des Thoin) avec ses trois filles et son fils Alphonse, né à Paris, le 13 octobre 1835.

Quels étaient les hôtes qu'Henri Milne Edwards y trouva en 1841? C'étaient les zoologistes et anatomistes Etienne et Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, M. C. Duméril, Valenciennes, Serres et de Blainville ; les botanistes Adolphe Brongniart, Adrien de Jussieu et Mirbel ; les chimistes Gay-Lussac et Chevreul ; la physiologie était représentée par Flourens qui habitait la maison de Buffon, la physique par Antoine-César Becquerel dont la demeure était voisine de celle du géologue Cordier ; la minéralogie par Alexandre Brongniart. Tous étaient membres de cette Académie, à l'exception d'un seul qui devait le devenir trois ans plus tard, et Flourens illustrait la place que j'occupe à ce bureau.

Le bibliothécaire était Desnoyers, géologue et préhistorien, devenu plus tard membre de l'Académie des Inscriptions, et dont, en 1862, Alphonse Milne Edwards épousa l'une des filles. Auprès d'Alexandre Brongniart, vivait son gendre, Jean-Baptiste Dumas, l'illustre chimiste, futur successeur de Flourens dans les fonctions de secrétaire perpétuel : son fils devait prendre successivement pour femme les deux sœurs aînées de notre confrère. Enfin, sous les verts ombrages du Jardin, l'on pouvait voir, entourée du respect de tous, la veuve de Cuvier à laquelle avait été conservé le droit de cité dans la maison. Tel était le milieu, à la fois académique et professoral, dans l'intimité duquel Alphonse Milne Edwards allait grandir et devenir homme.

.....

Il eut l'enfance triste de tous ceux qui ont eu le malheur de perdre leur mère très prématurément. Il reçut une instruction fort soignée, à la fois scientifique, artistique et littéraire. La culture gréco-latine apparaissait alors comme une discipline indispensable à tout homme de science ; chez les Edwards, elle n'était pas séparée de la connaissance des langues vivantes.

Fig. 4. — Le Jardin des Plantes, vu du porche de la Maison de Cordier.

Il fut élevé à l'anglaise, ce qui explique qu'il fut et qu'il resta très sportif et très entraîné, en un temps où on ne l'était guère en France. Bon cavalier, habile dans les diverses gymnastiques, nage, boxe, tireur au fusil exercé, il était aussi fort adroit de ses mains et avait appris les rudiments de la plupart des métiers manuels...

Digitized by Google

Il aimait fort les exercices nautiques et, bien avant dans sa carrière, les graves membres des commissions officielles qu'il avait coudoyés pendant le jour dans les ministères, auraient eu de la peine à reconnaître leur collègue dans le petit homme agile, vêtu d'un maillot, qui, à la nuit tombante, sortait furtivement du Jardin des Plantes, un canot d'acajou sur l'épaule, pour aller prendre ses ébats sur la Seine voisine.

Il avait devant lui une voie largement tracée ; le fils d'Henri Milne Edwards ne pouvait être que zoologiste, et il le fut en effet. Sa carrière fut toute droite et rapide ; il possédait les qualités et la volonté nécessaires pour la faire en outre brillante. Après avoir terminé ses études à la Sorbonne et à l'École de Médecine, où il se lia d'amitié avec Marey et où il retrouva son ami d'enfance, Brouardel, il devint préparateur de son père à la Faculté des Sciences (1856). Successivement docteur en médecine, agrégé à l'École supérieure de Pharmacie,

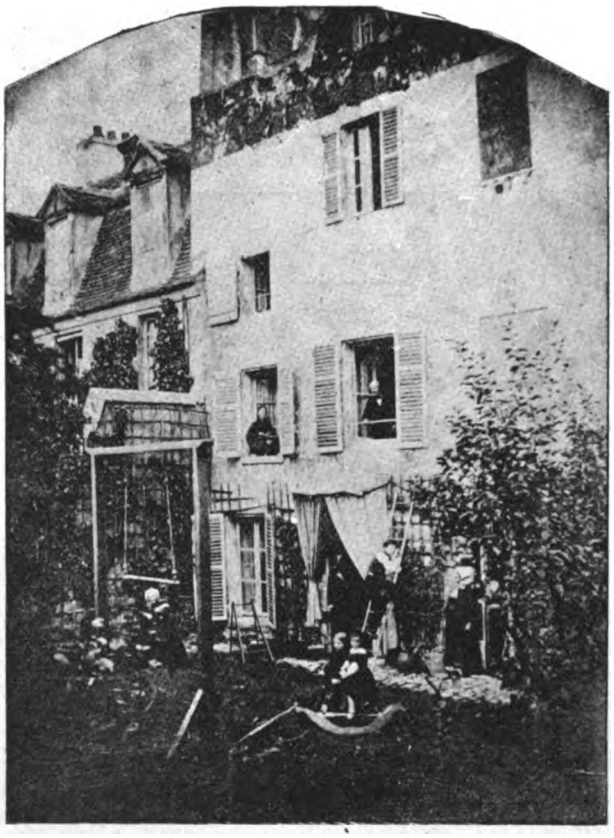


Fig 5. — La façade de la Maison de Cordier sur le Jardin des Plantes.

il est, en 1865, professeur de Zoologie à cette même école, dans laquelle il a professé sans interruption pendant trente-cinq ans. Après être passé, en qualité d'aide-naturaliste, du Service d'Entomologie à celui des Mammifères et des Oiseaux, il succède à son père, en 1876. Enfin ses efforts recevaient la consécration suprême, le 7 avril 1879, par son élection dans la Section d'Anatomie et de Zoologie de notre Académie, en remplacement de Gervais.

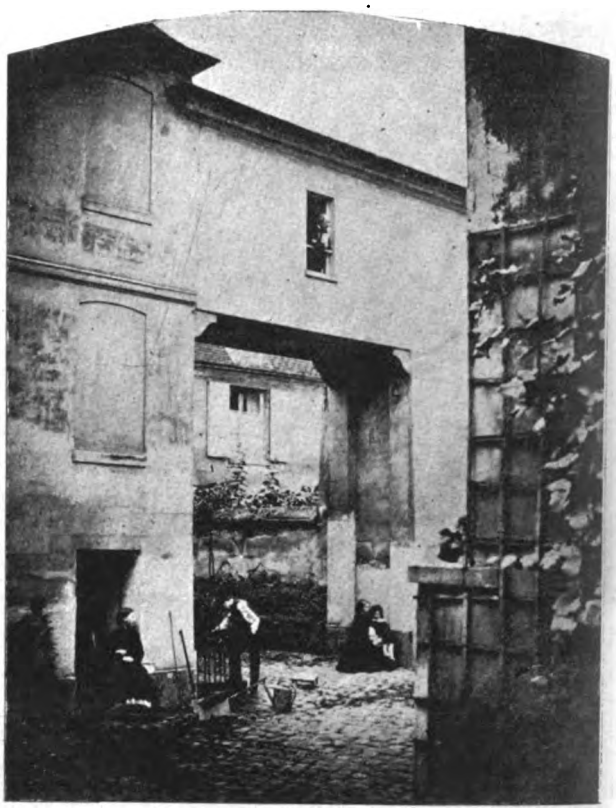


Fig. 6. — La maison de Cordier : cour intérieure.

Ce fut la période la plus fructueuse de son activité scientifique, pendant laquelle il ne cessa de produire des œuvres importantes, entassant volumes sur volumes, tous consacrés à l'Anatomie et à la Zoologie.

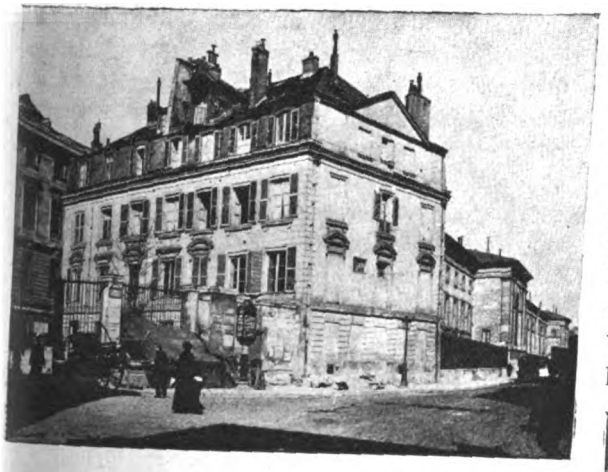
En 1861, une circonstance fortuite l'entraînait dans une direction nouvelle qui devait être des plus fécondes pour la science. Le câble sous-marin reliant la Tunisie à la Sardaigne s'étant rompu, les travaux de réparation firent retirer de profondeurs variant de 2.000 à 2.800 mètres des fragments de ce câble sur quoi étaient fixés divers animaux. Alphonse Milne Edwards, auquel ils furent soumis, les étudia en détail et y vit des Mollusques appartenant à des espèces déjà rencontrées dans la Méditerranée, des Coralliaires dont l'un n'était connu qu'à l'état fossile dans le Pliocène du Piémont et de Sicile, alors que d'autres étaient également comparables à des espèces fossiles, ou bien constituaient des espèces nouvelles. Puis c'étaient des Bryozoaires, des Gorgoniens, des Serpules.

. . . . . .

Pour bien comprendre l'importance de cette

Digitized by Google

découverte, il est nécessaire de se reporter aux idées régnant parmi les zoologistes de cette époque. Ils admettaient, comme une sorte de dogme, les conclusions qu'en 1841 le célèbre naturaliste Forbes avait tirées de ses recherches sur la mer Égée, à savoir que toute vie cesse dans le fond des mers aux alentours d'une profondeur de 500 mètres. Des sondages récents de Baely et de Wallich avaient bien montré l'inexactitude d'une telle opinion,



Phot. Cintract.

FIG. 7. — Maison de Buffon (avec à gauche les nouvelles galeries de Zoologie et à droite celle de Minéralogie), plus tard habitée, entre autres, par Lamarck, Haüy, Audoin, Flourens, Delafosse, Desnoyers, de Quatrefages, Hamy.

puisque de profondeurs bien plus considérables ils avaient rapporté des Foraminifères et quelques autres animalcules microscopiques, mais jusqu'alors aucun être, aussi élevé en organisation que ceux dont il vient d'être question, n'avait été rencontré dans de semblables conditions.

Le mérite d'Alphonse Milne Edwards n'a pas consisté simplement à signaler l'observation, mais il a consisté en ce que notre confrère sut voir immédiatement toutes les conséquences à en tirer. Appelant l'attention des physiologistes sur l'intérêt de la constatation de l'existence d'êtres tels que des Mollusques Gastéropodes sous une pression de plus de 200 atmosphères et à des profondeurs où la lumière ne peut pénétrer, il ajoutait :

Ces résultats ne me paraissent dépourvus d'intérêt ni pour la géologie ni pour l'histoire naturelle des animaux invertébrés, et ils peuvent nous faire espérer qu'une exploration plus complète des profondeurs de la mer fera découvrir dans la faune actuelle d'autres espèces que l'on considère comme éteintes, parce qu'on ne les connaît encore qu'à l'état fossile.

Il me semble équitable de rappeler cette clarté de vue, car les auteurs des belles explorations, qui allaient se précipiter à l'étranger et se traduire par d'admirables conquêtes scientifiques, n'ont peut-être pas rendu à Milne Edwards la justice qui lui est due.

.....

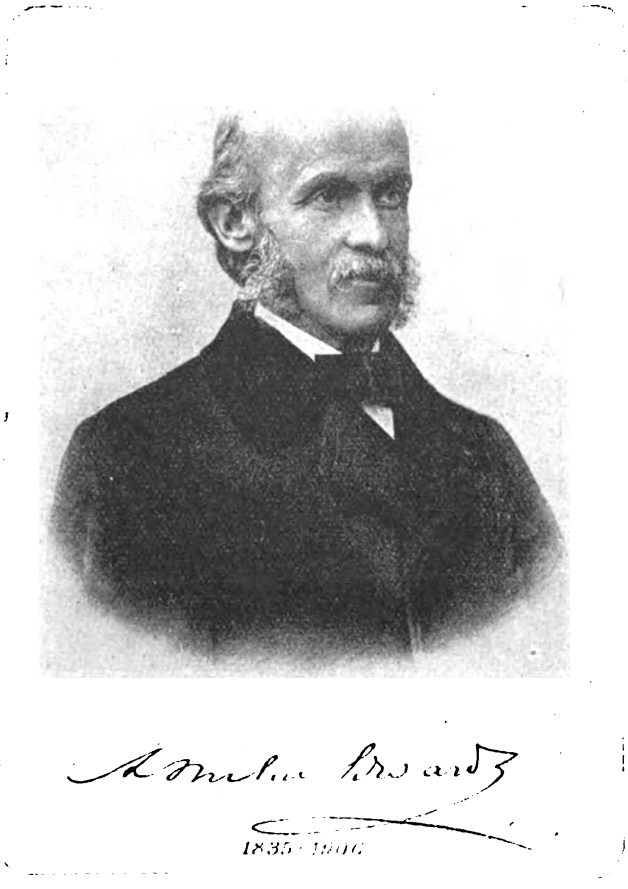
Dans ce concert, où se signalaient la Norvège, l'Angleterre, les États-Unis, sans parler des expéditions de moindre envergure, la France était absente, la France qui, cependant, avait joué, à la fin du XVIII^e siècle et dans la première partie du XIX^e, un rôle de premier plan dans ces grandes explorations à travers le vaste monde, si fructueuses pour la connaissance des êtres et des plantes qui le peuplent. Il est vrai qu'elle avait à cicatriser les cruelles blessures de la guerre de 1870, mais d'aucuns pensaient que, pour une telle abstention, la raison n'était plus suffisante. Parmi ceux-là se trouvait un ancien officier de marine, le marquis de Folin, apôtre militant des recherches sous-marines, et cela avant même toutes les expéditions que je viens de rappeler. Avec ses bien faibles ressources personnelles, il avait entrepris des sondages dans le

FIG. 8. — Le puits de la maison de Buffon (rue de Buffon).

golfe de Gascogne..... Mais bientôt, à bout de forces, il s'était adressé à la Commission des Missions du Ministère de l'Instruction publique. Il sut gagner à sa cause le président, Henri Milne Edwards, qui employa sa haute influence à la réalisation de ce

Digitized by Google

dessein, et entraîna son ministre ; celui-ci, à son tour, obtint du ministre de la Marine le prêt d'un petit navire à roues, *Le Travailleur*. Une commission, présidée par Alphonse Milne Edwards et comprenant le marquis de Folin, Léon Vaillant, professeur au Muséum, Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, Paul Fischer, aide-naturaliste au Muséum, et L. Périer, s'embarquait le 17 juillet 1880, à Bayonne, pour une pre-



Phot. Pirou.

FIG. 9. — Alphonse Milne Edwards.

mière campagne de quinze jours, ayant pour but de former à leur nouvelle tâche et l'équipage et les membres de la mission.

Les résultats dépassèrent toute espérance. Les sondages amenèrent au jour une foule d'animaux abyssaux, absents de nos collections nationales, et firent en outre découvrir un grand nombre d'êtres nouveaux. Le fruit de ces recherches était si encourageant qu'il devenait nécessaire de développer un plan général d'opérations. Le problème de la vie au fond des océans avait bien été résolu dans ses grandes lignes par les expéditions antérieures, mais ce n'était là qu'une première approximation. Combien d'animaux nouveaux et d'étrange organisation n'avait-on pas l'espoir de découvrir encore? Que de questions générales importantes à résoudre venaient à l'esprit ! Quelle est, par exemple, la loi de distribution des êtres vivants avec la profondeur? Existe-t-il dans cette distribution au fond des océans des variations avec l'espèce, comparables à celles observées dans les faunes littorales? Ou bien la profondeur est-elle seule en cause et la vie est-elle uniforme à une profondeur donnée sous toutes les latitudes? Et quelle que soit la réponse à faire à ces questions, quelle est la cause de ces variations ou de cette uniformité? Enfin les zoologistes de notre pays étaient tout naturellement portés à se demander quelles peuvent être les relations existant entre la faune de l'Atlantique, qui baigne les côtes occidentales de la France, et celle de la Méditerranée limitant ses rivages méridionaux. Cette dernière question fut celle que l'on résolut d'étudier tout d'abord. Bien armés par les connaissances acquises, grâce à leurs premiers sondages dans le golfe de Gascogne, le 4 juillet 1881, les membres de la mission se mirent au travail dans la Méditerranée. Le Dr Léon Périer avait été remplacé par Edmond Perrier, professeur au Muséum, et le Dr Viallanes, adjoint de la mission.

Les résultats des recherches faites jusqu'alors dans la Méditerranée étaient contradictoires. J'ai relaté plus haut l'observation peu encourageante de Forbes ; il semblait que seule la zone littorale était peuplée et non point les abysses. Mais cette conclusion était en opposition formelle avec les observations faites sur le câble rompu en 1861. Il était donc nécessaire de résoudre cette contradiction. D'autre part, les récoltes de Marion, effectuées dans le voisinage de Marseille, avaient mis en évidence la grande richesse de la faune littorale ; il fallait établir ses relations avec la faune atlantique telle que l'avait fait connaître l'exploration de l'année précédente.

Les sondages effectués par le *Travailleur* sur la côte de Provence firent recueillir, dans les fonds compris entre 300 et 600 mètres, un nombre considérable d'espèces de tous les groupes, espèces identiques à celles de l'Atlantique ou bien espèces nouvelles, quelquefois remarquables, mais présentant une parenté évidente avec les types atlantiques. De leur étude, A. Milne Edwards a tiré la conclusion suivante :

Nous croyons que la Méditerranée s'est peuplée par l'émigration d'animaux venus de l'Océan ; ceux-ci trouvant dans ce bassin un milieu favorable à leur existence s'y sont établis d'une manière définitive ; souvent ils s'y sont développés et reproduits plus activement que dans leur première patrie, et, surtout près des rivages, la faune se montre d'une richesse que les autres côtes européennes présentent rarement. On comprend facilement que quelques animaux placés dans des conditions biologiques nouvelles se soient légèrement modifiés dans leur taille ou dans leurs autres

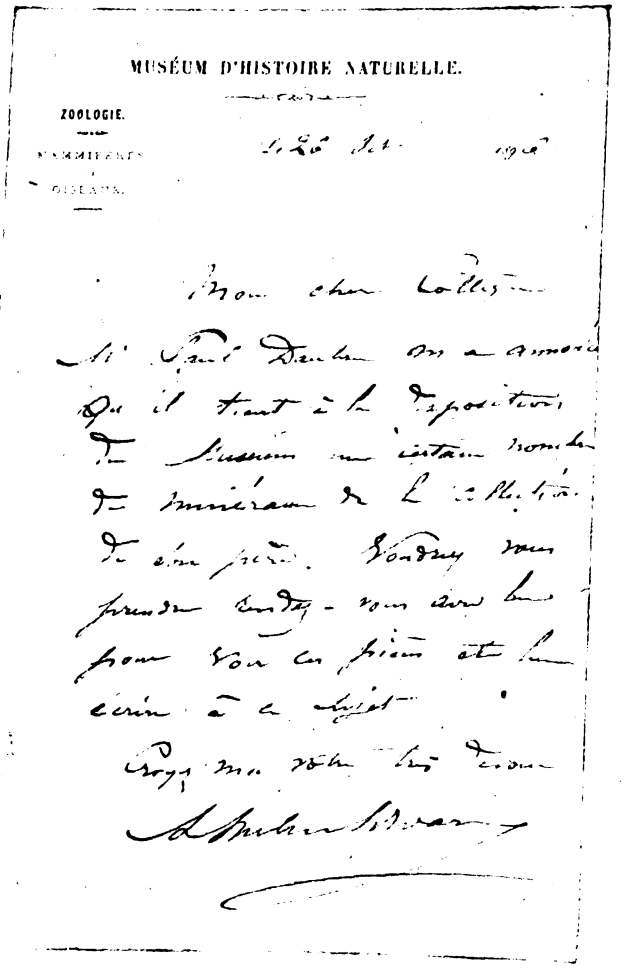
Digitized by Google

caractères extérieurs : ce qui explique des différences très légères qui s'observent entre certaines formes océaniques et les formes méditerranéennes correspondantes. Si l'on a cru à la séparation primordiale de ces deux faunes, c'est principalement parce que l'on comparait les productions de la Méditerranée avec celles de la mer du Nord, de la Manche ou des côtes de Bretagne, tandis qu'on aurait dû choisir, comme terme de comparaison, celles du Portugal, de l'Espagne méridionale, du Maroc, et du Sénégal. Ce sont les animaux de ces régions qui ont dû, en effet, émigrer les premiers vers la Méditerranée et, à mesure que nous connaissons mieux ces faunes, nous voyons peu à peu disparaître les différences que les zoologistes avaient cru remarquer entre elles.

Quand le *Travailleur*, quittant la côte, s'est dirigé vers la Corse en abandonnant le plateau continental, il n'a pas tardé à rencontrer sous la sonde des profondeurs de 2.000 mètres et aussitôt le tableau change. Le fond de la mer est caché par une couche de vase épaisse, riche en débris de coquilles de Ptéropodes et d'autres animaux pélagiques, notoirement tombés dans les profondeurs après leur mort; d'êtres vivants, l'on ne signale guère que des Spongiaires, mais un rocher vient-il à émerger de cette boue, on le trouve recouvert de Polypes et de nombreux animaux sédentaires; c'est la faune signalée par A. Milne Edwards, en 1861. Néanmoins cette faune est pauvre, très pauvre même si on la compare à celle de l'Océan, à profondeur égale.

On a appris, depuis lors, qu'une semblable conclusion s'applique à toutes les mers fermées, quand on les compare aux océans ouverts. C'est la conséquence de plusieurs causes combinées, parmi lesquelles la température joue sans doute un rôle important. Dans les océans, en effet, la température de l'eau décroît de la surface jusqu'au fond; dans la Méditerranée, au contraire, cette loi ne s'observe que jusque vers 350 mètres, où le thermomètre marque 13°,5 C., minimum correspondant à celui de l'eau à la surface en hiver, mais, à partir de 350 mètres, la température ne change plus jusqu'au fond qui atteint 4.440 mètres dans une fosse située entre la Crète et la Sicile. A cette même profondeur, dans l'Atlantique, le thermomètre indiquerait de 2 à 3° C. seulement et la faune serait fort riche. Pour intéressants qu'ils étaient, ces résultats ne faisaient pas complètement l'affaire des zoologistes, car, ne se contentant pas de résultats théoriques, ils avaient escompté une riche récolte d'animaux méritant d'être étudiés; aussi, avant de rentrer à Rochefort, firent-ils de nombreux sondages sur les côtes du Portugal et là leur moisson fut très remarquable au point de vue du nombre et des nouveautés scientifiques. Il en fut de même pour une troisième expédition effectuée, en 1882, dans les mêmes parages et poussée jusqu'aux Canaries.

Toutes ces campagnes ne devaient cependant être considérées que comme des travaux d'approche. Les méthodes, les appareils de sondage avaient été soigneusement expérimentés et perfectionnés et,


MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

ZOOLOGIE.

FIG. 10. — Autographe d'Alphonse Milne Edwards.

le 1er juin 1883, la mission repartait de Rochefort, non plus sur le vieux *Travailleur*, mais sur un excellent navire à hélice, en même temps que bon voilier, l'éclaireur d'escadre, le *Talisman*. La Commission comprenait, avec A. Milne Edwards comme président, Edmond Perrier, Filhol, Vaillant, de Folin, Fischer. Jamais navire n'avait porté, réunis, un tel ensemble d'espoirs académiques aussi uniformément polarisés; pendant vingt ans, à chaque vacance survenant dans sa section d'Anatomie et de Zoologie, l'Académie devait voir réapparaître cette liste, peu à peu épuisée par l'élection ou par la mort. A ces naturalistes avaient été adjoints deux jeunes gens, Charles Brongniart et M. Poirault.

L'expédition dura trois mois; l'itinéraire fut Cadix, les côtes du Maroc, les Canaries, les îles du Cap Vert, la mer des Sargasses, avec retour par les Açores. La drague fit merveille, atteignant des profondeurs de 5.000 mètres. Le 31 août, le *Talis-*

Digitized by Google

man chargé d'un précieux butin, regagnait Rochefort ; son dernier coup de drague, à l'embouchure de la Charente, faucha une véritable prairie de verts Pentacrines rencontrés jusqu'alors seulement dans les grands fonds de la mer des Antilles.

De ces croisières du *Travailleur* et du *Talisman*, dont il avait combiné l'organisation dans ses moindres détails, A. Milne Edwards a été, à la fois, le chef et l'âme. Toujours le premier sur le pont, présidant à toutes les opérations, prenant lui-même une part prépondérante au triage des animaux à leur sortie des filets ou de la drague, appliquant son remarquable talent de dessinateur et d'aquarelliste à fixer l'allure et la coloration, souvent si étranges, des animaux encore vivants. Son courage et sa ténacité en imposaient non seulement à ses collègues, mais encore à tout l'équipage, car il n'avait pas le pied marin et il lui fallut une indomptable et une incroyable énergie pour pouvoir travailler ainsi, sans relâche, alors qu'il était en proie à un abominable et continu mal de mer qui, débutant au port d'embarquement, ne l'abandonna pas un seul jour. Pendant les débarquements, il n'étonnait pas moins ses compagnons. A Ténériffe, il parvint le premier au sommet du pic volcanique de Teyde dont le sommet aigu se dresse jusqu'à 3.720 mètres, laissant bien loin derrière lui, essoufflés, ses compagnons de voyage, beaucoup plus jeunes que lui.

Un jour, dans la région de Saint-Vincent de l'archipel du Cap-Vert, une descente est décidée à l'îlot Branco, gisement unique d'une certaine espèce de lézard, qu'il importe d'étudier sur le vif et de capturer vivant pour la ménagerie du Muséum. La houle est forte. Après de nombreuses tentatives infructueuses, l'officier commandant l'embarcation décide le retour au *Talisman* qui croise dans le voisinage. En un clin d'œil A. Milne Edwards se dévêt et, avant qu'on ait pu l'arrêter, il pique une tête dans la mer, puis, nageant comme un poisson, il aborde au milieu de l'écume couvrant les rochers. Le dernier survivant de l'expédition, M. Poirault, m'a conté qu'un de leurs collègues, qui aspirait volontiers à la première place, ne voulant pas laisser à son président le mérite de ce haut fait, se jeta lui-même à l'eau et non sans hésitation, mais, médiocre nageur, il ne dut son salut qu'à l'aide d'un camarade. Cet incident héroï-comique laisse entrevoir ce qu'il fallut à A. Milne Edwards de tact pour imposer son autorité à ses compagnons, de situation mutuelle si particulière, et pour maintenir entre eux une parfaite harmonie. La conduite d'une mission scientifique n'est d'ailleurs pas toujours facile, même lorsque ses membres ne sont pas tous candidats à la même section de l'Institut.

A peine de retour en France, les naturalistes se hâtèrent de faire un premier classement provisoire de leurs richesses, et A. Milne Edwards organisa, au Muséum, une exposition du produit de ces campagnes sous-marines et aussi des engins utilisés pour les captures. Cette exposition eut un énorme retentissement ; elle constitua un triomphe pour A. Milne Edwards et pour le Muséum. Tout Paris y accourut ; jamais la rue de Buffon n'avait vu, et ne revit, autant d'équipages. Ce fut un événement très parisien ; — la presse s'en émut pendant plusieurs semaines.

.....

A peine l'étude des matériaux des campagnes du *Travailleur* et du *Talisman* était-elle mise en train qu'une nouvelle grande entreprise sollicitait l'activité de A. Milne Edwards. Les collections de Zoologie du Muséum étouffaient dans de vieux bâtiments en ruines, datant du temps de Buffon et situés en bordure de la rue Geoffroy-Saint-Hilaire. L'Administration supérieure s'en était émue, les Chambres avaient voté des crédits pour la construction d'un somptueux palais qu'édifia notre confrère de l'Académie des Beaux-Arts, J.-A. André. Il abrite toutes les richesses zoologiques du Muséum. Si l'on veut se rendre compte du rôle qu'a joué A. Milne-Edwards dans l'établissement des plans, et dans leur réalisation, il suffit de voir quelle part du lion a été faite à la collection des Mammifères et des Oiseaux dans le grand hall, autour de quoi sont distribués, dans des galeries latérales, tous les autres groupes d'animaux.

.....

En 1891, le Muséum traversa une crise dangereuse et pénible ; à la suite d'incidents auxquels la politique et des questions n'ayant rien à voir avec la Science ne furent peut-être pas complètement étrangères, un nouveau régime lui fut imposé, en vertu duquel deux de nos illustres confrères, le directeur Frémy et Daubrée, furent mis à la retraite. Dans ces circonstances difficiles, l'assemblée des professeurs fut unanime à confier la direction de l'établissement à A. Milne Edwards ; cette marque de confiance et d'estime devait lui être renouvelée cinq ans plus tard.

Il voyait ainsi se réaliser ce qui était certainement son plus cher désir. Ce Muséum, où il avait vécu presque toute son existence, auquel l'attachaient tous ses souvenirs de famille, il en connaissait toutes les pierres, tous les arbres, le moindre brin d'herbe et les hommes aussi bien que les choses. Il allait restaurer ses finances, lui gagner la confiance de l'Administration supérieure, lui conquérir à l'extérieur de puissantes sympathies et lui ouvrir une ère de définitive prospérité. Il put ainsi mettre en pleine lumière ses précieuses qualités d'administrateur habile, plein de finesse et d'activité, d'une impeccable exactitude dans l'accomplis-

Digitized by Google

sement de tous ses devoirs. Autoritaire par tempérament, il aimait l'autorité. Il possédait la propriété, indispensable à un chef, de savoir dire « non » — il le disait d'un petit ton sec qui invitait son interlocuteur à ne pas insister — et de faire sans heurt accepter sa décision. Ferme et tenace dans ses desseins soigneusement mûris, sachant bien ce qu'il voulait, et ayant le talent de le faire exécuter d'une façon inflexible, il était cependant conciliant et d'une très grande urbanité. De relations sûres, quand il avait dit « oui », sa parole était d'or et l'on pouvait compter sur elle sans réserve.

Dans le grand établissement confié à ses soins, où le directeur est essentiellement un président de conseil d'administration élu pour cinq ans par ses pairs, jaloux de leur indépendance et de leurs prérogatives, la tâche n'est pas toujours facile. A. Milne Edwards, en toutes circonstances maître de soi, savait écouter et inspirer le respect et la confiance.

.....

Parmi les initiatives heureuses de Milne Edwards, au cours de sa direction, il faut citer celles concernant les relations du Muséum avec les voyageurs naturalistes et avec les Colonies.

Il s'intéressait puissamment aux problèmes géographiques; son rôle à la Société de Géographie a été considérable. L'une de ses grandes préoccupations fut de multiplier les voyages français lointains, entrepris dans un but scientifique, et il s'ingéniait à réunir les ressources nécessaires à leur exécution; c'est ainsi que, sous sa présidence, fut organisée la mémorable mission Foureau-Lamy qui transporta si glorieusement les trois couleurs de l'Algérie au Congo, à travers le Sahara. Nul n'ignore la part qu'il prit, avec son ami Alfred Grandidier, à tout ce qui a été fait pour favoriser l'exploration de Madagascar. Pour la réalisation de telles expéditions, il associait son amour de la Science à son ardent désir de contribuer au rayonnement de son pays à l'extérieur et de bien servir le grand établissement national confié à ses soins. Mais il ne suffit pas de trouver des hommes courageux prêts à se consacrer à l'exploration des lointaines contrées, il faut les mettre en état de remplir utilement leur tâche. C'est dans cet esprit que fut créé au Muséum un enseignement spécial aux voyageurs, ayant pour but de leur donner une instruction théorique et pratique très large, mais particulièrement adaptée aux points de vue zoologique, botanique et géologique.

De tout temps, le *Jardin du Roi*, puis le *Jardin des Plantes* ont joué un rôle important dans le développement de l'Agronomie, aussi bien dans la Métropole que dans les Colonies. N'est-ce pas, en effet, des serres du Jardin du Roi qu'en 1710 sortirent les plants de café qui apportèrent une source de richesse à la Martinique, que de 1769 à 1772 partirent pour l'Ile de France, Bourbon et la Guyane, des plants d'arbres à épices : muscadiers, girofliers, cannelliers, etc., qui, sous l'habile direction de Poivre, ou sur ses conseils, y ont prospéré? Ce furent encore l'Acacia commun, le Marronnier d'Inde, le Cèdre du Liban, l'Araucaria du Chili, le Paulownia du Japon et beaucoup d'autres arbres qui furent acclimatés en France, sans compter d'innombrables plantes de pleine terre et d'arbustes, sortis des pépinières du Muséum pour aller dans les Colonies ou introduits chez nous par leur intermédiaire.

A. Milne Edwards se préoccupa d'accroître encore cette action bienfaisante en y faisant coopérer tous les services du Muséum, ceux-ci devant se charger de l'étude des questions au point de vue purement scientifique et laisser leur développement pratique à un jardin d'essai puissamment organisé et fonctionnant en étroite connexion avec eux. Pour la création de ce jardin, il avait fait prêter aux Colonies une dépendance du Muséum située à Nogent-sur-Marne. Mais c'était au moment où il ressentait les atteintes les plus graves du mal qui allait l'emporter et la réalisation du projet, en dépit des engagements pris vis-à-vis de lui, ne fut point telle qu'il l'avait souhaitée.....

Le 21 avril 1900, notre confrère, miné depuis longtemps par la maladie, s'éteignait à son tour, après une douloureuse agonie, dans ce Muséum qu'il avait tant aimé et pour lequel il avait tant et si bien travaillé.

.....

Il me reste à passer en revue les travaux originaux d'Alphonse Milne Edwards. Il les a consacrés exclusivement à la Zoologie et à l'Anatomie. Dans ce vaste domaine, il a choisi deux directions, l'étude des Crustacés et celle des Oiseaux et des Mammifères, dont il ne s'est guère écarté que pour traiter des questions de faunistique générale ou pour se livrer à cette recherche des animaux des grands fonds marins dans laquelle il a joué le rôle que je viens d'esquisser.

Quand on connaît les détails de sa carrière, on pourrait supposer que les diverses fonctions remplies par lui au Muséum, ont eu une influence directrice sur la nature et sur la succession de ses travaux; il n'en est rien cependant. Dès ses débuts il s'est intéressé, et simultanément, à ces deux grands groupes d'animaux et les recherches qu'il a consacrées à l'un et à l'autre ont été comme emboîtées, sans jamais se faire tort. Toutes sont caractérisées par un premier trait commun, par une même idée cardinale retrouvée à chaque pas dans son œuvre, l'union intime et nécessaire de

Digitized by Google

l'étude des animaux vivants et des animaux fossiles. A. Milne Edwards était autant paléontologiste que zoologiste ; dans l'un de ses ouvrages les plus célèbres, il a écrit cette phrase caractéristique qui constitue en quelque sorte un acte de foi et un programme.

« Il m'a paru nécessaire d'établir une comparaison rigoureuse entre les espèces éteintes et les espèces actuelles de façon à les faire toutes entrer dans un même cadre méthodique ; la paléontologie ne peut être, et ne doit être, considérée que comme une branche de la zoologie ; et parce que le squelette, soit intérieur, soit extérieur des êtres vivants contiendra plus ou moins de matière organique, parce qu'une période de temps plus ou moins longue se sera écoulée depuis sa formation, il ne faudra pas croire que les moyens d'étude doivent être différents et que le point de départ ne soit pas le même. »

Henri Milne Edwards s'était taillé une enviable réputation par ses travaux sur les Crustacés, il s'en était servi pour l'établissement de sa loi fameuse de la division du travail physiologique ; aussi n'est-il pas étonnant de voir son fils, imprégné de l'enseignement et de l'exemple paternel, débuter dans la carrière scientifique par l'étude des animaux qui remplissaient le laboratoire où il avait été élevé. Il a, lui aussi, marqué sa trace dans cette même discipline et il restera parmi ceux ayant le plus largement enrichi ce domaine de la Zoologie.

. . . . . .

Les travaux qu'Alphonse Milne Edwards a consacrés aux Crustacés sont fort nombreux, descriptifs ou faunistiques. Ils ont trait, presque tous, aux Crustacés supérieurs. Il s'est surtout attaché à établir l'histoire ancienne de leurs formes actuelles. Dans ce but il a concentré son principal effort sur deux points de vue principaux, la comparaison des types vivants avec leurs prédécesseurs fossiles et la connaissance des types abyssaux recueillis au cours des campagnes sous-marines.

Son *Histoire des Crustacés Podophthalmaires fossiles*, ou Crustacés ayant des yeux pédonculés, est une œuvre de longue haleine, un ouvrage fondamental qui n'a pas vieilli et que consultent toujours avec profit les paléontologistes ; il est le fruit de nombreuses années de travail. Ce grand ouvrage débute par des considérations générales, au cours desquelles l'auteur expose, remanie et complète la classification établie jadis par son père, puis il décrit et figure de nombreuses espèces fossiles, souvent nouvelles, dont beaucoup proviennent de localités françaises.

. . . . . .

Chaque fois que A. Milne Edwards préparait une étude paléontologique, il commençait par passer en revue et réviser les mêmes groupes, ou les groupes voisins, vivant actuellement. Depuis la publication de l'*Histoire naturelle des Crustacés* de son père, une quantité énorme de matériaux nouveaux avait afflué au Muséum ; aussi, bien des additions et des retouches à cette œuvre étaient-elles devenues nécessaires. C'est pourquoi, en même temps qu'il publiait son *Histoire des Crustacés fossiles*, Alphonse Milne Edwards faisait paraître, sous le titre d'*Etudes zoologiques sur les Crustacés récents*, deux ouvrages parallèles, où il classait et étudiait spécifiquement les Portuniens et les Cancériens habitant de nos jours les diverses mers du globe ; il a fait connaître ainsi et il a figuré un très grand nombre de types nouveaux.

. . . . . .

Il me faut signaler une œuvre anatomique originale, très approfondie, qui a pour objet le *Limule polyphème*, hôte des eaux marines de la côte occidentale de l'Amérique du Nord. Le Limule est un animal extraordinaire dont, pendant longtemps, la position systématique est restée une énigme. Il tient en effet, à la fois, des Arachnides et des

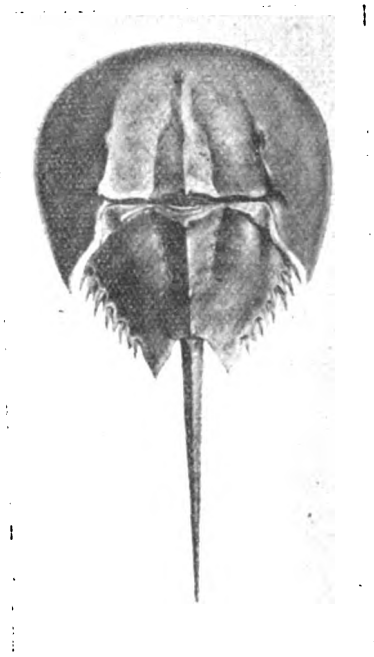


FIG. 11. — Le *Limule polyphème*.

Crustacés ; il présente aussi des affinités avec les Trilobites ; nul ne doute aujourd'hui qu'il n'appartienne au même groupe que les *Pterygotus*, les Eurytéridés et autres Mérostomes éteints des époques silurienne et dévonienne. Unique représentant actuel des Crustacés géants des Temps primaires, le Limule ne pouvait manquer de tenter la curiosité de Milne Edwards qui avait pu s'en procurer plusieurs exemplaires vivants.

Il sut en tirer bon parti, faisant des découvertes remarquables, notamment sur le système circulatoire et le système nerveux. Il a mis en évidence

Digitized by Google

un trait d'organisation du système vasculaire, sans analogue dans le monde animal. Les troncs artériels partant du cœur sont au nombre de onze ; deux d'entre eux, naissant de l'extrémité antérieure, véritables crosses aortiques, atteignent le cerveau, s'épanouissent autour de lui, l'enserrent, puis donnent naissance à une gaine vasculaire qui enveloppe à son tour, et de la même façon, le collier œsophagique, la chaîne ventrale, pour se prolonger autour des nerfs presque jusqu'à leur terminaison ; le système nerveux est donc inclus dans le système circulatoire.

.....

Une dernière partie essentielle de l'œuvre de Milne Edwards sur les Crustacés concerne l'étude de leurs espèces abyssales ; il en a décrit et figuré un nombre considérable d'espèces nouvelles soit seul, soit en collaboration avec M. Bouvier. A l'époque où furent entreprises les premières campagnes d'explorations sous-marines, l'on s'attendait à trouver dans les grandes profondeurs des océans des reliquats vivants des faunes géologiques. On s'aperçut bien vite que ces espoirs étaient exagérés, mais ils ne répondaient pas moins, dans une certaine mesure, à la réalité et c'est particulièrement parmi les représentants de la faune carcinologique supérieure qu'ils trouvèrent quelque justification. A. Milne Edwards fut l'un des premiers à s'en apercevoir.

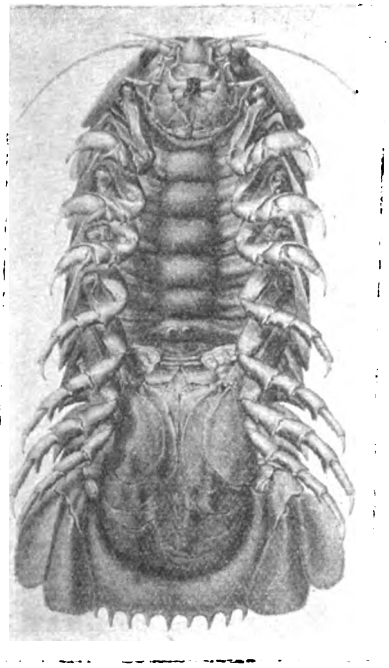


Fig. 12. — Le *Bathynomus giganteus*, Isopode des grands fonds mesurant 23 cm. de longueur.

.....

Quelle que soit l'importance des travaux d'Alphonse Milne Edwards sur les Crustacés, son œuvre capitale est, sans doute, son grand Ouvrage intitulé : *Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des Oiseaux fossiles de France*, publié de 1867 à 1872, et consistant en deux volumes in-4° de texte et deux volumes ne renfermant pas moins de deux cents planches.

A cette époque, Cuvier avait bien décrit quelques « ornitholithes » ; plus tard, Paul Gervais et Émile Blanchard avaient bien étudié divers débris d'Oiseaux fossiles, mais les connaissances dans ce domaine étaient encore fort limitées et surtout peu précises, l'ostéologie des Oiseaux actuels n'étant pas suffisamment connue pour pouvoir servir de base à des comparaisons paléontologiques. D'ailleurs, zoologistes et anatomistes d'alors étaient persuadés que les Oiseaux présentent une telle uniformité d'organisation générale qu'il serait vain de demander à leur squelette des caractères assez nets pour conduire à la détermination des groupes et *a fortiori* des espèces.

Alphonse Milne Edwards eut le mérite de comprendre l'inexactitude d'une telle opinion et de prouver que les caractères ostéologiques des Oiseaux ne comportent pas moins de précision et de fixité que ceux des Mammifères et des Reptiles.

Comme conséquence de l'opinion courante, il avait semblé superflu de constituer des collections complètes d'os d'Oiseaux vivants, et plus rares encore étaient les documents relatifs aux fossiles. Comme il l'avait fait pour les Crustacés, A. Milne Edwards entreprit tout d'abord de réunir une énorme documentation sur les Oiseaux vivants ; elle s'est étendue à plus de huit cents espèces dont il disposa les os de façon à faciliter la comparaison de chacun d'eux dans toute la série des espèces. Pour se procurer des matériaux d'étude sur les Oiseaux éteints, il étudia les collections des musées français et étrangers ; puis, pendant de nombreuses années, il explora lui-même et fit exploiter plusieurs gisements géologiques. Il ne tarda pas à montrer que les ossements fossiles d'Oiseaux sont beaucoup moins rares qu'on ne le supposait jusqu'alors Certains de ces gisements, situés en France, notamment ceux de l'Aquitanien de l'Allier, du Burdigalien du Gers, du Quaternaire de nombreuses localités lui fournirent une moisson extraordinairement riche. Des seules carrières de Saint-Gérand-le-Puy, il retira plus de quatre mille échantillons. La collection incomparable qu'il a formée et léguée à la galerie de Paléontologie du Muséum contient tous ces ossements isolés, ainsi que des squelettes d'Oiseaux entièrement reconstitués par lui, des œufs et jusqu'à des plumes d'une conservation merveilleuse.

.....

Pour chaque groupe d'Oiseaux fossiles, il s'est

Digitized by Google

livré à une étude détaillée, approfondie, de l'Ostéologie, famille par famille, souvent genre par genre et parfois même espèce par espèce, figurant les os et faisant précéder l'examen des restes fossiles par celui des espèces vivantes les plus voisines.

Il n'a pas été récompensé d'un tel effort par la découverte de types extraordinaires d'animaux, du genre de ceux qui abondent parmi les Mammifères du même âge. Les Oiseaux du Tertiaire ne présentent, en effet, aucune de ces formes étranges et déconcertantes, rencontrées dans le Crétacé et surtout dans le Jurassique ; ce sont déjà, à peu de chose près, les Oiseaux actuels. A. Milne Edwards a eu du moins la satisfaction de pouvoir arriver à une conclusion formelle.

.....

Après avoir exposé les résultats systématiques de ses observations, A. Milne Edwards a conclu en faisant une revue synthétique de l'ensemble des connaissances acquises sur la distribution géologique des Oiseaux fossiles. De ces données, j'extrairai quelques détails sur les plus remarquables des gisements français.

A l'aurore du Tertiaire, à l'époque montienne, vivaient dans la vallée de la Seine d'étranges Oiseaux, et en particulier le *Gastornis parisiensis* qui a laissé certains de ses os dans les sédiments recouverts par l'argile plastique du Bas-Meudon. C'était une énorme bête, de la grosseur d'une Autruche, dont le tibia ne mesurait pas moins de 43 centimètres de longueur; considérée par les uns comme un Cygne, par d'autres comme un grand voilier parent des Albatros, elle avait été rangée ensuite parmi les Échassiers et regardée comme voisine des Rallides. A. Milne Edwards fit voir que ce gros Oiseau était incapable de voler, qu'il était nageur, qu'il différait de tous les types actuellement connus et que ses affinités étaient avec les Palmipèdes lamellirostres.

La faune du gypse parisien dont faisaient partie le *Paleotherium*, l'*Anoplotherium* et les autres Mammifères reconstitués par le génie de Cuvier comprenait aussi des Oiseaux. Ceux-ci avaient été à peine étudiés ; une grande incertitude planait sur l'interprétation de ces êtres dont les restes sont peu nombreux et souvent mal conservés. A. Milne Edwards a mis de la clarté dans leur histoire : il y a reconnu des Oiseaux de proie diurnes, de nombreux Passereaux, et en particulier des espèces rappelant les Calaos africains,des Mésanges, puis des Gallinacés, parmi lesquels il faut citer le fameux *Paleortyx Hoffmanii*, successivement considéré comme un Échassier voisin des Chevaliers, comme un Étourneau, enfin comme un Merle, alors qu'il appartient en réalité à la famille des Perdrix. A ces Oiseaux qui, au cours du Lutétien, fréquentaient ce qui est aujourd'hui la butte Montmartre et dont les restes ont pu être étudiés, il faut ajouter d'autres espèces dont les ossements n'ont pas été retrouvés, mais dont les pas ont laissé des traces découvertes par Desnoyers à la surface des bancs de gypse de la vallée de Montmorency; plusieurs de ces espèces étaient véritablement gigantesques, puisque l'empreinte d'un doigt latéral de l'une d'elles ne mesure pas moins de 40 centimètres.

Mais durant la période tertiaire, le plus bel épanouissement des Oiseaux paraît avoir été l'Aquitanien. A cette époque, en divers points de l'Auvergne et du Bourbonnais, se trouvaient de grands lacs aux bords peuplés par un nombre prodigieux de volatiles ; leurs ossements sont venus s'accumuler dans des dépôts de calcaire qui, peu à peu ont comblé ces lacs. Innombrables y étaient les Oiseaux nageurs, Canards, Pélicans, Cormorans, Mouettes, Plongeons. Parmi les Échassiers, il faut citer des Chevaliers, des Barges, des Ibis, des genres voisins des Cigognes, des Grues, un Phénicoptère, plusieurs espèces apparentées aux Flamants ; enfin se rencontraient encore des Passereaux, des Gallinacés, des Oiseaux de proie, et notamment des Aigles et un Serpentaire, attirés par une aussi riche prébende, puis des Perroquets, des Trogons ou Couroucous, au plumage éclatant, enfin de Salanganes de la famille des Martinets. Mais il faut noter qu'aucune de ces espèces n'est strictement identique à celles vivant de nos jours; par contre, toutes rentrent dans des familles existant encore. Cette faune ornithologique diffère donc complètement de celle de la France actuelle; mais elle doit être comparée aux faunes tropicales; les Pélicans, les Ibis, les Marabouts, les Flamants, les Salanganes, les Couroucous, les Perroquets et le Serpentaire lui donnent une physionomie africaine des plus nettes.

A. Milne Edwards a tracé un tableau saisissant de cette faune aviaire, de l'abondance relative de ses diverses espèces, il a déterminé celles qui étaient sédentaires sur le bord de ces lacs, et dont on trouve les œufs, les dépouilles des petits ; il a rappelé en même temps les particularités des Mammifères, Carnassiers, Rongeurs, Pachydermes, celles des Tortues et aussi des énormes Crocodiles qui vivaient avec ces Oiseaux, ou qui en vivaient.

En lisant ces descriptions si évocatrices, il m'a semblé revoir l'un des tableaux qui m'ont le plus surpris et le plus charmé au cours de mes explorations sous les tropiques.

C'était à Madagascar. J'étais à la recherche de pointements volcaniques épars sur les bords du grand lac Alaotra, véritable petite mer intérieure dernier refuge de l'énorme Crocodile, robuste monstre atteignant jusqu'à sept mètres de longueur,

Digitized by Google

seul survivant de cette faune subfossile dont il sera question plus loin. Nous naviguions dans une longue pirogue, au milieu de chenaux sillonnant des marais couverts de Bambous et d'arbrisseaux. Parfois le passage devenait fort étroit, les longues tiges et les branches enchevêtrées de ces végétaux se réunissaient si près de l'eau que nous devions nous coucher dans le fond du frêle esquif pour nous glisser sous eux. Puis, tout à coup, brusquement, nous sortions de l'ombre pour entrer dans l'éclatante lumière, inondant de larges nappes d'eau tranquille qui, sous la brûlure de l'ardent soleil, paraissaient comme un bain de métal fondu encerclé entre des murailles d'émeraude. Et sur cette eau, s'agitaient, voletaient, piaillaient des centaines et des centaines d'Oiseaux multicolores et de toutes tailles, Pluviers, Râles, Poules d'eau, Poules sultanes, Canards, Sarcelles, Ibis, Aigrettes et autres Hérons, alors que dans le ciel tourbillonnaient de grands oiseaux de proie, des papangs, attirés par l'espoir d'un festin. Véritable féerie, régal des yeux, digne de faire rêver un naturaliste — vous pouvez me croire, je ne suis pas chasseur ! Notre insolite arrivée soulevait toute cette gent ailée qui s'enfuyait avec grand bruissement d'ailes et de cris discordants.

Un tel spectacle fut certainement celui qui, au cours de l'Aquitanien, devait animer les marais bordant les lacs d'Auvergne, mais nul œil humain n'était là pour en jouir — et pour cause !

.....

Enfin, dans des temps plus proches de nous, ceux du Renne, les cavernes et les grottes de beaucoup de pays de France servaient de refuge à une nombreuse population ailée ; elle a été soigneusement dénombrée par notre confrère. Une seule espèce, la grande Grue, est complètement éteinte ; toutes les autres existent encore, mais, tandis que quelques-unes d'entre elles vivent un peu partout chez nous, le Milan, la Buse, le Gypaète, la Sarcelle, ou y sont devenues rares comme le Cygne par exemple, d'autres sont localisées dans nos régions montagneuses, tel le Lagopède, ou Perdrix blanche, le Choquard des Alpes, le Grand Coq de Bruyère, le Tétras à queue fourchue ; d'autres, enfin, et non des moindres, le Harfang, ou grande Chouette blanche, et le Tétras blanc des saules, sont aujourd'hui cantonnées dans les régions boréales.

A. Milne Edwards a complété ce bel ensemble de recherches paléontologiques par des travaux sur la faune ornithologique éteinte des Mascareignes et de Madagascar. Lorsqu'au XVI^e^ siècle, les premiers navigateurs abordèrent aux Mascareignes, à l'île de France et à Rodriguez, ils n'y trouvèrent pas d'habitants humains, mais une faune très spéciale caractérisée par de grands Oiseaux inconnus partout ailleurs, par des Tortues géantes, des Sauriens et d'autres animaux actuellement disparus.

Par l'étude d'ossements recueillis dans des tourbières, par le rapprochement des conclusions qu'il en a tiré et des récits de quelques voyageurs, tels que Leguat et Pingré, A. Milne Edwards est parvenu à reconstituer l'histoire de ces Oiseaux éteints et à fixer d'une façon définitive la position systématique de certains d'entre eux, le Dronte, le Solitaire, l'*Aphanapteryx* et divers Perroquets. Ces animaux terrestres n'ont pu arriver par mer dans ces îles, ils faisaient partie d'une faune autochtone ; d'autre part, il est bien peu vraisemblable qu'une telle faune ait pu se développer sur des terres d'aussi faible étendue et comme enfin les animaux rencontrés dans les diverses Mascareignes sont très analogues d'une île à l'autre, il faut en conclure, comme l'a fait notre confrère, que ces îles sont les derniers témoins d'un continent unique effondré sous les flots ; elles ont servi de refuge aux êtres échappés à ce grand naufrage. Il n'est pas sans grandeur de pouvoir tirer une conclusion aussi ample de la seule considération de quelques ossements d'Oiseaux.

FIG. 13. — Le *Solitaire*.

J'ai dit ici même, il y a deux ans, quelle affectueuse intimité unissait A. Milne Edwards et Alfred Grandidier. Lorsque ce grand voyageur revint de sa première exploration à Madagascar, rapportant de nombreux documents sur l'*Æpyornis*, découvert quelques années auparavant, mais resté encore bien énigmatique, les deux amis les étudièrent en commun. C'est à leur collaboration qu'est due la première description de ce gigantesque

Digitized by Google

livré à une étude détaillée, approfondie, de l'Ostéologie, famille par famille, souvent genre par genre et parfois même espèce par espèce, figurant les os et faisant précéder l'examen des restes fossiles par celui des espèces vivantes les plus voisines.

Il n'a pas été récompensé d'un tel effort par la découverte de types extraordinaires d'animaux, du genre de ceux qui abondent parmi les Mammifères du même âge. Les Oiseaux du Tertiaire ne présentent, en effet, aucune de ces formes étranges et déconcertantes, rencontrées dans le Crétacé et surtout dans le Jurassique ; ce sont déjà, à peu de chose près, les Oiseaux actuels. A. Milne Edwards a eu du moins la satisfaction de pouvoir arriver à une conclusion formelle.

.....

Après avoir exposé les résultats systématiques de ses observations, A. Milne Edwards a conclu en faisant une revue synthétique de l'ensemble des connaissances acquises sur la distribution géologique des Oiseaux fossiles. De ces données, j'extrairai quelques détails sur les plus remarquables des gisements français.

A l'aurore du Tertiaire, à l'époque montienne, vivaient dans la vallée de la Seine d'étranges Oiseaux, et en particulier le *Gastornis parisiensis* qui a laissé certains de ses os dans les sédiments recouverts par l'argile plastique du Bas-Meudon. C'était une énorme bête, de la grosseur d'une Autruche, dont le tibia ne mesurait pas moins de 43 centimètres de longueur ; considérée par les uns comme un Cygne, par d'autres comme un grand voilier parent des Albatros, elle avait été rangée ensuite parmi les Échassiers et regardée comme voisine des Rallides. A. Milne Edwards fit voir que ce gros Oiseau était incapable de voler, qu'il était nageur, qu'il différait de tous les types actuellement connus et que ses affinités étaient avec les Palmipèdes lamellirostres.

La faune du gypse parisien dont faisaient partie le *Paleotherium*, l'*Anoplotherium* et les autres Mammifères reconstitués par le génie de Cuvier comprenait aussi des Oiseaux. Ceux-ci avaient été à peine étudiés ; une grande incertitude planait sur l'interprétation de ces êtres dont les restes sont peu nombreux et souvent mal conservés. A. Milne Edwards a mis de la clarté dans leur histoire : il y a reconnu des Oiseaux de proie diurnes, de nombreux Passereaux, et en particulier des espèces rappelant les Calaos africains, des Mésanges, puis des Gallinacés, parmi lesquels il faut citer le fameux *Paleortyx Hoffmanii*, successivement considéré comme un Échassier voisin des Chevaliers, comme un Étourneau, enfin comme un Merle, alors qu'il appartient en réalité à la famille des Perdrix. A ces Oiseaux qui, au cours du Lutétien, fréquentaient ce qui est aujourd'hui la butte Montmartre et dont les restes ont pu être étudiés, il faut ajouter d'autres espèces dont les ossements n'ont pas été retrouvés, mais dont les pas ont laissé des traces découvertes par Desnoyers à la surface des bancs de gypse de la vallée de Montmorency ; plusieurs de ces espèces étaient véritablement gigantesques, puisque l'empreinte d'un doigt latéral de l'une d'elles ne mesure pas moins de 40 centimètres.

Mais durant la période tertiaire, le plus bel épanouissement des Oiseaux paraît avoir été l'Aquitanien. A cette époque, en divers points de l'Auvergne et du Bourbonnais, se trouvaient de grands lacs aux bords peuplés par un nombre prodigieux de volatiles ; leurs ossements sont venus s'accumuler dans des dépôts de calcaire qui, peu à peu ont comblé ces lacs. Innombrables y étaient les Oiseaux nageurs, Canards, Pélicans, Cormorans, Mouettes, Plongeons. Parmi les Échassiers, il faut citer des Chevaliers, des Barges, des Ibis, des genres voisins des Cigognes, des Grues, un Phénicoptère, plusieurs espèces apparentées aux Flamants ; enfin se rencontraient encore des Passereaux, des Gallinacés, des Oiseaux de proie, et notamment des Aigles et un Serpentaire, attirés par une aussi riche prébende, puis des Perroquets, des Trogons ou Couroucous, au plumage éclatant, enfin de Salanganes de la famille des Martinets. Mais il faut noter qu'aucune de ces espèces n'est strictement identique à celles vivant de nos jours ; par contre, toutes rentrent dans des familles existant encore. Cette faune ornithologique diffère donc complètement de celle de la France actuelle ; mais elle doit être comparée aux faunes tropicales ; les Pélicans, les Ibis, les Marabouts, les Flamants, les Salanganes, les Couroucous, les Perroquets et le Serpentaire lui donnent une physionomie africaine des plus nettes.

A. Milne Edwards a tracé un tableau saisissant de cette faune aviaire, de l'abondance relative de ses diverses espèces, il a déterminé celles qui étaient sédentaires sur le bord de ces lacs, et dont on trouve les œufs, les dépouilles des petits ; il a rappelé en même temps les particularités des Mammifères, Carnassiers, Rongeurs, Pachydermes, celles des Tortues et aussi des énormes Crocodiles qui vivaient avec ces Oiseaux, ou qui en vivaient.

En lisant ces descriptions si évocatrices, il m'a semblé revoir l'un des tableaux qui m'ont le plus surpris et le plus charmé au cours de mes explorations sous les tropiques.

C'était à Madagascar. J'étais à la recherche de pointements volcaniques épars sur les bords du grand lac Alaotra, véritable petite mer intérieure dernier refuge de l'énorme Crocodile, robuste monstre atteignant jusqu'à sept mètres de longueur,

Digitized by Google

seul survivant de cette faune subfossile dont il sera question plus loin. Nous naviguions dans une longue pirogue, au milieu de chenaux sillonnant des marais couverts de Bambous et d'arbrisseaux. Parfois le passage devenait fort étroit, les longues tiges et les branches enchevêtrées de ces végétaux se réunissaient si près de l'eau que nous devions nous coucher dans le fond du frêle esquif pour nous glisser sous eux. Puis, tout à coup, brusquement, nous sortions de l'ombre pour entrer dans l'éclatante lumière, inondant de larges nappes d'eau tranquille qui, sous la brûlure de l'ardent soleil, paraissaient comme un bain de métal fondu encerclé entre des murailles d'émeraude. Et sur cette eau, s'agitaient, voletaient, piaillaient des centaines et des centaines d'Oiseaux multicolores et de toutes tailles, Pluviers, Râles, Poules d'eau, Poules sultanes, Canards, Sarcelles, Ibis, Aigrettes et autres Hérons, alors que dans le ciel tourbillonnaient de grands oiseaux de proie, des papangs, attirés par l'espoir d'un festin. Véritable féerie, régal des yeux, digne de faire rêver un naturaliste — vous pouvez me croire, je ne suis pas chasseur! Notre insolite arrivée soulevait toute cette gent ailée qui s'enfuyait avec grand bruissement d'ailes et de cris discordants.

Un tel spectacle fut certainement celui qui, au cours de l'Aquitanien, devait animer les marais bordant les lacs d'Auvergne, mais nul œil humain n'était là pour en jouir — et pour cause!

.....

Enfin, dans des temps plus proches de nous, ceux du Renne, les cavernes et les grottes de beaucoup de pays de France servaient de refuge à une nombreuse population ailée; elle a été soigneusement dénombrée par notre confrère. Une seule espèce, la grande Grue, est complètement éteinte; toutes les autres existent encore, mais, tandis que quelques-unes d'entre elles vivent un peu partout chez nous, le Milan, la Buse, le Gypaète, la Sarcelle, ou y sont devenues rares comme le Cygne par exemple, d'autres sont localisées dans nos régions montagneuses, tel le Lagopède, ou Perdrix blanche, le Choquard des Alpes, le Grand Coq de Bruyère, le Tétras à queue fourchue; d'autres, enfin, et non des moindres, le Harfang, ou grande Chouette blanche, et le Tétras blanc des saules, sont aujourd'hui cantonnées dans les régions boréales.

A. Milne Edwards a complété ce bel ensemble de recherches paléontologiques par des travaux sur la faune ornithologique éteinte des Mascareignes et de Madagascar. Lorsqu'au XVI^e^ siècle, les premiers navigateurs abordèrent aux Mascareignes, à l'île de France et à Rodriguez, ils n'y trouvèrent pas d'habitants humains, mais une faune très spéciale caractérisée par de grands Oiseaux inconnus partout ailleurs, par des Tortues géantes, des Sauriens et d'autres animaux actuellement disparus.

Par l'étude d'ossements recueillis dans des tourbières, par le rapprochement des conclusions qu'il en a tiré et des récits de quelques voyageurs, tels que Leguat et Pingré, A. Milne Edwards est parvenu à reconstituer l'histoire de ces Oiseaux éteints et à fixer d'une façon définitive la position systématique de certains d'entre eux, le Dronte, le Solitaire, l'*Aphanapteryx* et divers Perroquets. Ces animaux terrestres n'ont pu arriver par mer dans ces îles, ils faisaient partie d'une faune autochtone; d'autre part, il est bien peu vraisemblable qu'une telle faune ait pu se développer sur des terres d'aussi faible étendue et comme enfin les animaux rencontrés dans les diverses Mascareignes sont très analogues d'une île à l'autre, il faut en conclure, comme l'a fait notre confrère, que ces îles sont les derniers témoins d'un continent unique effondré sous les flots; elles ont servi de refuge aux êtres échappés à ce grand naufrage. Il n'est pas sans grandeur de pouvoir tirer une conclusion aussi ample de la seule considération de quelques ossements d'Oiseaux.

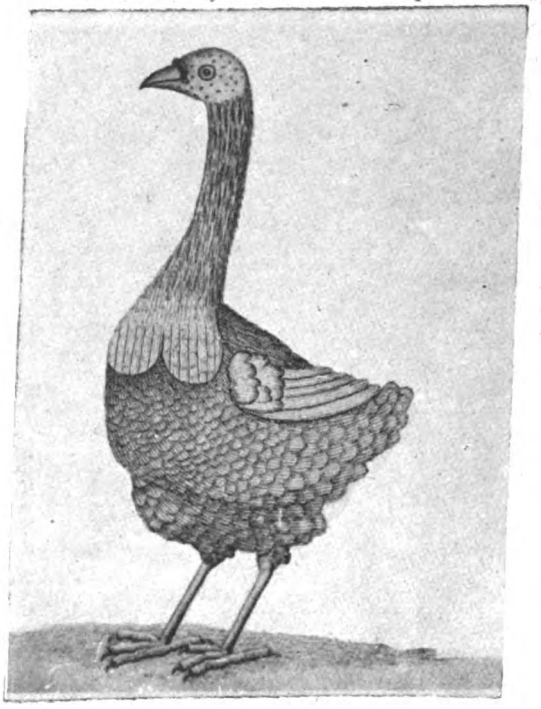


FIG. 13. — Le *Solitaire*.

J'ai dit ici même, il y a deux ans, quelle affectueuse intimité unissait A. Milne Edwards et Alfred Grandidier. Lorsque ce grand voyageur revint de sa première exploration à Madagascar, rapportant de nombreux documents sur l'*Æpyornis*, découvert quelques années auparavant, mais resté encore bien énigmatique, les deux amis les étudièrent en commun. C'est à leur collaboration qu'est due la première description de ce gigantesque

Digitized by Google

Oiseau et la démonstration de la place qu'il occupe parmi les Brévipennes, au voisinage des *Dinornis* et des *Apteryx* de la Nouvelle-Zélande.

.....

Dans le règne animal, les Mammifères sont de beaucoup les animaux les plus complètement étudiés. Par suite de leur taille relativement grande et du nombre des individus, limité quand on le compare à celui de tant d'autres groupes zoologiques, depuis longtemps, la découverte d'espèces nouvelles de Mammifères n'est pas facile ; néanmoins, grâce aux admirables collections envoyées au Muséum par l'abbé Armand David qui, pendant de longues années, a exploité des régions encore inexplorées de la Chine et du Thibet, grâce aussi aux efforts d'Alfred Grandidier à Madagascar, A. Milne Edwards a eu la bonne fortune d'avoir en mains et de pouvoir décrire une centaine d'espèces nouvelles, parmi lesquelles un grand nombre appartiennent à des genres jusqu'alors inconnus. Mais il ne s'est pas contenté de les décrire en zoologiste ; une autre de ses caractéristiques qu'il importe de mettre en évidence, c'est qu'aussi bien que zoologiste, il était anatomiste, et il ne l'était pas d'une façon en quelque sorte accessoire ; il l'était autant que les savants de son époque se consacrant exclusivement à l'Anatomie. Et ce fut là une association de compétences fort exceptionnelle, les mammalogistes et les ornithologistes descripteurs étant, d'ordinaire, plus ou moins étrangers à l'Anatomie. Ce double caractère de A. Milne Edwards lui a permis de faire sur les Mammifères, plus encore peut-être que sur les Oiseaux, à côté d'études taxinomiques, d'importantes recherches d'Anatomie pure, il lui a donné une grande originalité dans les premières ; sous sa plume, en effet, ces études prennent une envergure qui manque très souvent à ce genre de travaux. Décrivant non seulement des espèces nouvelles, mais de nouveaux types d'organisation, ou tout au moins des types d'une compréhension fort large, il en a déterminé les affinités en ne laissant dans l'ombre rien de ce qu'il importait de mettre en lumière. Seule l'Anatomie, telle qu'il la possédait, pouvait lui permettre d'aborder le problème de l'affinité des groupes avec le succès qui a couronné ses efforts.

La plupart de ses travaux sur les Mammifères ont été exposés dans de grands ouvrages luxueusement illustrés. En dépit de son intérêt, une telle œuvre se prête difficilement à une brève analyse, aussi ne puis-je l'aborder que par quelques-uns de ses côtés les plus généraux.

La caractéristique la plus frappante de la faune mammalogique du nord de la Chine et du Thibet oriental, telle que l'a fait connaître notre confrère, réside dans la réunion d'espèces boréales et d'autres nettement méridionales. A côté de Spermophiles, de Siphnés, de Marmottes, de Lagomys, vivent des Écureuils volants, de grandes Panthères, un Tigre spécifiquement identique à celui des jungles du Bengale, puis trois espèces de Singes habitant sur des montagnes couvertes de neige pendant la moitié de l'année : l'une d'elles, le *Macacus thibetanus*, se rencontre sous la latitude de Paris. De telles associations zoologiques montrent, et Milne Edwards n'a pas manqué de le faire remarquer, avec quel soin les naturalistes doivent se garder d'utiliser, sans critique, les faunes fossiles pour conclure à des changements de climat au cours des périodes géologiques. Il n'est pas sans intérêt de noter que des associations du même ordre que celles caractérisant aujourd'hui certaines régions de la Chine ont été constatées dans le Quaternaire de la France.

FIG. 14. — Un Rat-Taupe. *Siphneus Fontanierii.*

FIG. 15. — Le Chevrotain Porte-musc. *Moschus Moschiferus.*

.....

Avant Milne Edwards, l'on réunissait sous le nom de Chevrotain de petits Ruminants dont la taille varie entre celle du Lièvre et celle du Che-

Digitized by Google

vreuil, Ruminants caractérisés par l'absence de cornes et l'existence, chez les mâles, de canines rappelant celles des Sangliers. Leur principal représentant est le Porte-musc des hauts plateaux de l'Asie centrale, auquel étaient rattachées de petites espèces vivant dans les régions chaudes de l'Asie et de l'Afrique. L'Anatomie et l'Embryologie ont permis à Milne Edwards de montrer que cet ensemble est hétérogène au premier chef.

Seul le Porte-musc est un véritable Ruminant au sens étroit et précis du terme, ayant un placenta formé d'îlots vasculaires bien circonscrits, en un mot, cotylédoné. N'étaient l'absence de cornes, la présence de canines et l'existence de la poche à musc, il serait à rapporter aux Cervidés, dont le rapprochent l'anatomie de son squelette, de ses viscères, et le développement de son fœtus. Par contre, les autres membres du groupe, les Traguliens, diffèrent des Ruminants véritables non seulement par des dispositions anatomiques du squelette, par une complexité plus grande de l'estomac, mais surtout en ce que les appendices vasculaires de leur chorion, au lieu de constituer des cotylédons, sont uniformément répartis sur toute la surface de l'œuf; leur placenta est diffus. Ce n'est plus la disposition caractéristique du Porte-musc et de tous les Ruminants vrais, mais celle

Fig. 16. — Un Tragulien. *Hyœmoschus aquaticus*.

des Porcs, des Chameaux, des Chevaux. Comme conclusion, les Chevrotains, tels qu'on les interprétait avant A. Milne Edwards, doivent être divisés en deux groupes, l'un voisin des Cerfs, comprend le seul Porte-musc; l'autre, celui des Traguliens, est intermédiaire entre les Ruminants et les Artiodactyles de type primitif. Les ressemblances superficielles de ces animaux sont dues, sans doute, à ce qu'ils se sont modifiés extérieurement dans le même sens, sous l'influence de semblables conditions de vie.

A. Milne Edwards a trouvé un autre exemple de convergence dans un petit animal de la côte africaine de la mer Rouge, le *Lophiomys*; c'est l'un des plus extraordinaires des Mammifères, sans que rien dans ses caractères extérieurs et dans son genre de vie puisse le faire soupçonner. Le *Lophiomys* ressemble à certains Sarigues; comme

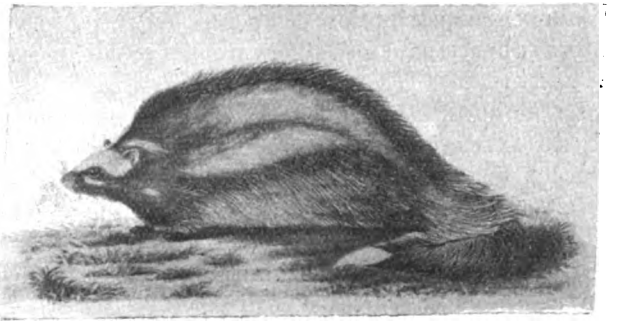


Fig. 17. — Le *Lophiomys Imhausii*.

eux, il est pédimane, ce qui veut dire que ses pieds de derrière sont préhensifs, mais il n'a pas d'autre point de ressemblance avec les Marsupiaux; son système dentaire et le reste de son organisation en font un incontestable Rongeur, mais, à certains égards, et dans le groupe même des Rongeurs, il se montre des plus particuliers.

.....

Dans le monumental ouvrage sur les Lémuriens de Madagascar, publié en collaboration avec Alfred Grandidier, ce dernier est l'auteur de l'étude de la morphologie externe et du squelette. A. Milne Edwards s'était chargé de toute l'étude anatomique. Il y a fait une découverte capitale qui éclaire d'un jour nouveau et oriente définitivement la question si controversée de la place à donner aux Lémuriens dans la classification des Mammifères. Ils étaient jusqu'alors considérés comme appartenant sans contestation possible au groupe des Primates; Hæckel, les désignait sous le nom de Prosimiens et les regardait comme les ancêtres communs des Singes, de l'Homme et, d'une façon plus générale, il les liait à tous les Mammifères déciduates, c'est-à-dire de ceux dont les femelles en gestation possèdent une membrane caduque. Or, A. Milne Edwards a montré que les Lémuriens n'ont pas de membrane caduque; de plus, alors que l'Homme et les Singes ont un placenta discoïde, comme les Pachydermes, les Lémuriens ont un placenta diffus. Il est donc nécessaire de conclure que les Lémuriens ne sont pas des Singes; leurs affinités les rangent parmi les Herbivores : ce sont comme des Pachydermes adaptés à la vie arboricole.

.....

Nous venons de voir que, dans toutes ses recherches zoologiques, A. Milne Edwards s'est beaucoup préoccupé des questions de faunistique. Il leur a

Digitized by Google

spécialement consacré un travail de longue haleine intitulé : *Recherches sur la faune des régions australes* que l'Académie a récompensé, en 1873, par le prix Bordin ; ce Mémoire était accompagné de 175 cartes, sur lesquelles, pour chacune des régions considérées, notre confrère avait représenté, à l'aide de signes spéciaux, la distribution des genres ou même des espèces appartenant aux divers groupes zoologiques.

.....

La faune ornithologique tire sa caractéristique de ses Oiseaux nageurs, au nombre desquels se placent au premier rang les Manchots (*Sphenisciдæ*) que les explorations récentes du commandant Charcot ont rendus familières ; chez ces équivalents des Pingouins arctiques, les ailes ont pris la forme de nageoires couvertes d'écailles.

A. Milne Edwards a suivi l'extension de cette faune pélagique vers le Nord et l'Est, il a établi sa corrélation avec les courants froids et avec les vents dominants. Ses cartes montrent leur aire de dispersion se divisant en deux branches, l'une qui se dirige vers la Nouvelle-Zélande et l'autre vers les îles américaines antarctiques, Kerguelen, les côtes voisines de l'Antarctique, en jalonnant ces routes par diverses espèces restées en chemin.

Là où les communications entre la région antarctique et les régions adjacentes sont difficiles, cette faune arctique spéciale s'est maintenue presque pure et, en outre, elle est restée localisée dans les limites géographiques qui viennent d'être spécifiées. Mais en certains points, elle a débordé dans les parties voisines du globe, où elle a été modifiée par des colonies venues de l'Amérique, de l'Afrique du Sud ou de la Nouvelle-Zélande.

.....

A. Milne Edwards s'est efforcé de déterminer la nature de ces types ornithologiques mélangés, provenant des régions intertropicales ou même arctiques ; ils sont nombreux : Cormorans, Goélands, Hirondelles de mer, Stercoraires, Puffins, Pétrels, Albatros, etc.

La conclusion finale est que la faune des Oiseaux des régions *antarctiques*, aussi bien que celle des Mammifères, est nettement différente des faunes *arctiques* correspondantes ; aucune espèce d'Oiseaux ou de Mammifères n'est commune aux deux pôles, si l'on admet la règle des zoologistes, d'après laquelle la patrie d'un animal est exclusivement le pays où il se reproduit.

Ce résultat a une grande importance pour la discussion de la question controversée de la bipolarité des faunes que souleva Sir John Murray, à la suite des explorations du *Challenger*. Cette question, qui peut être posée de la façon suivante : « Existe-t-il aux deux pôles des espèces identiques qui ne soient pas cosmopolites? » paraît d'ailleurs devoir être résolue par la négative, au moins comme règle générale. Les observations faites au cours des plus récentes campagnes de sondages sous-marins, et particulièrement de celles du *Talisman* et du *Travailleur*, ont montré en effet que pour les animaux marins, beaucoup des formes paraissant, au premier abord, communes et spéciales aux deux pôles se retrouvent, en réalité, dans les grands fonds de la zone de séparation de ceux-ci.

En terminant une notice historique, destinée à faire revivre devant l'Académie le souvenir d'un confrère, je me plais à chercher, et cela me semble la conclusion nécessaire, à condenser en quelques formules, la caractéristique scientifique et morale de mon personnage.

Alphonse Milne Edwards m'apparaît comme un naturaliste essentiellement préoccupé de recueillir des faits précis, en dehors de toute théorie préconçue et de tout dessein de s'en servir pour édifier ou pour défendre une thèse favorite. La mise au jour de faits nouveaux, par l'étude de l'Anatomie, de la Morphologie et des relations mutuelles des êtres auxquels il s'intéressait particulièrement, l'attirait d'une façon spéciale et ceci explique l'œuvre descriptive, monumentale, qu'il a édifiée. Il est peu de zoologistes, dans les temps modernes, qui aient fait connaître et avec une conscience aussi constamment en éveil, une telle foule d'animaux nouveaux dont un grand nombre sont d'importance à tous égards. Par leur portée générale, ses travaux anatomiques ne sont pas moins remarquables que cet édifice zoologique dont ils ne peuvent être séparés et qu'ils ont rendu plus pénétrant.

Beaucoup de naturalistes se contentent d'écrémer les matériaux, riches ou pauvres, qui leur arrivent et de décrire ceux qui leur paraissent intéressants ; ils peuvent certes faire ainsi de la bonne besogne, mais, telle n'a pas été la méthode de A. Milne Edwards : dès les premières années de sa carrière, grâce à des travaux fondamentaux, nous avons vu se dessiner les grandes lignes de son œuvre. Disciplinant son effort, il n'a plus quitté les sujets d'études mûrement choisis ; avec une volonté tenace, qu'aucun obstacle n'a arrêté, il les a poursuivis pendant toute sa vie, les développant d'une façon harmonieuse et logique ne devant que peu de choses aux circonstances extérieures.

Les barrières artificielles que, depuis longtemps, la nécessité de la division du travail a fait établir, entre l'étude des animaux éteints et celle des vivants, entre la Paléontologie et la Zoologie proprement dite, lui étaient insupportables ; les êtres disparus lui paraissaient, en effet, indispensables à la compréhension de ceux qui se développent sous nos yeux et réciproquement ceux-ci lui ser-

Digitized by Google

vaient à interpréter ceux-là. Aussi, a-t-il fait dans ses études une place égale aux uns et aux autres, et c'est là encore une caractéristique de son œuvre.

.....

Cherchait-il aussi un au-delà à travers tant de travaux descriptifs ou anatomiques ; était-il tourmenté par des idées philosophiques d'un ordre plus général? Dans sa jeunesse, il avait entendu, au Muséum même, les derniers échos des luttes retentissantes de Cuvier et de Geoffroy Saint-Hilaire ; il avait assisté à l'éclosion de la théorie nouvelle de Darwin, il avait vu ressusciter de ses cendres celle de Lamarck. Il avait vécu parmi les défenseurs des idées anciennes, maîtres, amis et contemporains de son père. Mais il avait vécu aussi au milieu d'ardents évolutionnistes, tels qu'Edmond Perrier et Giard, pour ne citer que les morts.

Dans ces milieux si opposés, il a toujours gardé une extrême réserve ; jamais il ne s'est jeté directement dans la mêlée. Impassible, il écoutait et regardait. Mais s'il n'a pas explicitement pris position, il n'est pas difficile de trouver dans son œuvre des indications sur le fond de sa pensée. Dans le rapport sur le prix Bordin qui lui a été attribué pour son Mémoire sur les faunes des régions australes, Roulin s'exprime ainsi :

« Après plusieurs autres remarques générales, l'auteur arrive à la discussion d'une hypothèse aujourd'hui célèbre, celle qui admet la transmutation illimitée des types zoologiques, sous l'influence de diverses conditions biologiques connues, ou par l'effet de la sélection naturelle. Ici votre Commission s'abstiendra à dessein de le suivre, la question lui paraissant sortir des limites assignées par le programme aux concurrents. Elle a à peine besoin de dire que l'auteur du travail qu'elle analyse s'élève fortement contre cette hypothèse, mais elle croit nécessaire d'ajouter qu'il ne se refuse pas à admettre la possibilité de certains changements opérés sous l'influence de diverses causes dont l'action, longtemps continue, doit finir par effacer presque complètement les ressemblances extérieures auxquelles on reconnaît d'ordinaire, entre les descendants de parents communs, l'existence d'un lien de parenté. Il pense, en effet, que les zoologistes ont beaucoup trop multiplié les divisions spécifiques et même les distinctions génériques, de sorte que, parmi les espèces enregistrées dans les catalogues méthodiques, beaucoup, suivant lui, ne seraient, en réalité, que des races locales ou des variétés individuelles. Il va plus loin cependant, et ne paraît pas douter que, dans l'état de nature aussi bien que sous l'influence de l'homme, les animaux, lorsque les conditions d'existence auxquelles ils sont soumis viennent à varier, ne puissent revêtir des caractères différentiels, qu'ils transmettent à leurs descendants, constituant ainsi des espèces secondaires fixes et désormais incapables de se mêler entre elles. »

Dans une Notice consacrée à notre confrère, Edmond Perrier, bon juge en la matière, a fait suivre cette citation de la réflexion suivante :

« C'est là une grosse concession et la fin du paragraphe de l'excellent Roulin atténue singulièrement la protestation du début contre la variabilité infinie. A quoi, en effet, peut-on distinguer une espèce secondaire d'une espèce primaire? Et du moment que les espèces secondaires ne se mêlent plus aux espèces souches, à moins qu'elle n'aient perdu elles-mêmes la faculté de varier, n'est-il pas évident qu'en se donnant un temps suffisant, on pourra aller aussi loin qu'on voudra de l'espèce primitive. Les transformistes les plus décidés n'ont jamais dit autre chose. Aussi Alphonse Milne Edwards n'a-t-il jamais formellement protesté contre eux. »

Certes, il n'a pas protesté, mais il ne s'en est pas tenu à cette attitude négative. Son association avec son élève, M. Bouvier, fougueux transformiste, dans tant de travaux sur les Crustacés signés en commun n'est-elle pas un acquiescement formel à la doctrine?

L'intérêt qu'il lui portait est aussi mis en évidence par la création qu'il fit, en 1896, dans les catacombes, creusées sous l'emplacement du Muséum, d'un laboratoire souterrain dont l'objet formel était de soumettre le transformisme à une démonstration expérimentale en cherchant à changer des animaux lucéioles en cavernicoles. Il avait mis à la tête de ce laboratoire M. A. Viré..... A cette époque, les zoologistes ne savaient pas grand'chose au sujet des animaux cavernicoles, sur lesquels un petit nombre d'auteurs seulement avaient formulé les assertions les plus contradictoires. Il apparaît d'ailleurs aujourd'hui que la question est beaucoup plus complexe qu'on ne le supposait alors. L'obscurité du milieu souterrain est évidemment un facteur à considérer, mais il n'est pas le seul et il n'est probablement pas le principal. Des travaux récents, ont montré que l'humidité, la température, semblent régler d'une façon plus étroite la spécialisation des animaux vivant dans ces conditions si particulières.

Quoi qu'il en soit, dès que le problème s'est posé à son esprit, A. Milne Edwards a compris d'emblée ce qu'on pourrait tirer d'intéressant de son étude expérimentale et, avec sa décision habituelle, il a fondé aussitôt ce laboratoire outillé suivant les moyens d'alors.

Aux mérites du savant, aux qualités éminentes de l'homme privé, Alphonse Milne Edwards joignit le talent d'un administrateur et d'un organisateur de premier ordre. Comme tel, il a rendu à la science et à son pays des services dont l'importance ne le cède en rien à ses travaux scientifiques.

Le Muséum national d'Histoire naturelle lui doit une particulière gratitude pour tout ce qu'il y a réalisé et aussi pour ce qu'il y a semé et qui a germé depuis lors.

Héritier d'un nom illustre et lourd à porter, il a su en augmenter le lustre. L'Académie gardera fidèlement son souvenir (1).

Alfred Lacroix,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

(1) Extrait de la lecture faite dans la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences du 22 décembre 1924.

Digitized by Google

spécialement consacré un travail de longue haleine intitulé : *Recherches sur la faune des régions australes* que l'Académie a récompensé, en 1873, par le prix Bordin ; ce Mémoire était accompagné de 175 cartes, sur lesquelles, pour chacune des régions considérées, notre confrère avait représenté, à l'aide de signes spéciaux, la distribution des genres ou même des espèces appartenant aux divers groupes zoologiques.

.....

La faune ornithologique tire sa caractéristique de ses Oiseaux nageurs, au nombre desquels se placent au premier rang les Manchots (*Sphenisciдæ*) que les explorations récentes du commandant Charcot ont rendus familières ; chez ces équivalents des Pingouins arctiques, les ailes ont pris la forme de nageoires couvertes d'écailles.

A. Milne Edwards a suivi l'extension de cette faune pélagique vers le Nord et l'Est, il a établi sa corrélation avec les courants froids et avec les vents dominants. Ses cartes montrent leur aire de dispersion se divisant en deux branches, l'une qui se dirige vers la Nouvelle-Zélande et l'autre vers les îles américaines antarctiques, Kerguelen, les côtes voisines de l'Antarctique, en jalonnant ces routes par diverses espèces restées en chemin.

Là où les communications entre la région antarctique et les régions adjacentes sont difficiles, cette faune arctique spéciale s'est maintenue presque pure et, en outre, elle est restée localisée dans les limites géographiques qui viennent d'être spécifiées. Mais en certains points, elle a débordé dans les parties voisines du globe, où elle a été modifiée par des colonies venues de l'Amérique, de l'Afrique du Sud ou de la Nouvelle-Zélande.

.....

A. Milne Edwards s'est efforcé de déterminer la nature de ces types ornithologiques mélangés, provenant des régions intertropicales ou même arctiques ; ils sont nombreux : Cormorans, Goélands, Hirondelles de mer, Stercoraires, Puffins, Pétrels, Albatros, etc.

La conclusion finale est que la faune des Oiseaux des régions *antarctiques*, aussi bien que celle des Mammifères, est nettement différente des faunes *arctiques* correspondantes ; aucune espèce d'Oiseaux ou de Mammifères n'est commune aux deux pôles, si l'on admet la règle des zoologistes, d'après laquelle la patrie d'un animal est exclusivement le pays où il se reproduit.

Ce résultat a une grande importance pour la discussion de la question controversée de la bipolarité des faunes que souleva Sir John Murray, à la suite des explorations du *Challenger*. Cette question, qui peut être posée de la façon suivante : « Existe-t-il aux deux pôles des espèces identiques qui ne soient pas cosmopolites? » paraît d'ailleurs devoir être résolue par la négative, au moins comme règle générale. Les observations faites au cours des plus récentes campagnes de sondages sous-marins, et particulièrement de celles du *Talisman* et du *Travailleur*, ont montré en effet que pour les animaux marins, beaucoup des formes paraissant, au premier abord, communes et spéciales aux deux pôles se retrouvent, en réalité, dans les grands fonds de la zone de séparation de ceux-ci.

En terminant une notice historique, destinée à faire revivre devant l'Académie le souvenir d'un confrère, je me plais à chercher, et cela me semble la conclusion nécessaire, à condenser en quelques formules, la caractéristique scientifique et morale de mon personnage.

Alphonse Milne Edwards m'apparaît comme un naturaliste essentiellement préoccupé de recueillir des faits précis, en dehors de toute théorie préconçue et de tout dessein de s'en servir pour édifier ou pour défendre une thèse favorite. La mise au jour de faits nouveaux, par l'étude de l'Anatomie, de la Morphologie et des relations mutuelles des êtres auxquels il s'intéressait particulièrement, l'attirait d'une façon spéciale et ceci explique l'œuvre descriptive, monumentale, qu'il a édifiée. Il est peu de zoologistes, dans les temps modernes, qui aient fait connaître et avec une conscience aussi constamment en éveil, une telle foule d'animaux nouveaux dont un grand nombre sont d'importance à tous égards. Par leur portée générale, ses travaux anatomiques ne sont pas moins remarquables que cet édifice zoologique dont ils ne peuvent être séparés et qu'ils ont rendu plus pénétrant.

Beaucoup de naturalistes se contentent d'écrémer les matériaux, riches ou pauvres, qui leur arrivent et de décrire ceux qui leur paraissent intéressants ; ils peuvent certes faire ainsi de la bonne besogne, mais, telle n'a pas été la méthode de A. Milne Edwards : dès les premières années de sa carrière, grâce à des travaux fondamentaux, nous avons vu se dessiner les grandes lignes de son œuvre. Disciplinant son effort, il n'a plus quitté les sujets d'études mûrement choisis ; avec une volonté tenace, qu'aucun obstacle n'a arrêté, il les a poursuivis pendant toute sa vie, les développant d'une façon harmonieuse et logique ne devant que peu de choses aux circonstances extérieures.

Les barrières artificielles que, depuis longtemps, la nécessité de la division du travail a fait établir, entre l'étude des animaux éteints et celle des vivants, entre la Paléontologie et la Zoologie proprement dite, lui étaient insupportables ; les êtres disparus lui paraissaient, en effet, indispensables à la compréhension de ceux qui se développent sous nos yeux et réciproquement ceux-ci lui ser-

Digitized by Google

vaient à interpréter ceux-là. Aussi, a-t-il fait dans ses études une place égale aux uns et aux autres, et c'est là encore une caractéristique de son œuvre.

.....

Cherchait-il aussi un au-delà à travers tant de travaux descriptifs ou anatomiques ; était-il tourmenté par des idées philosophiques d'un ordre plus général? Dans sa jeunesse, il avait entendu, au Muséum même, les derniers échos des luttes retentissantes de Cuvier et de Geoffroy Saint-Hilaire ; il avait assisté à l'éclosion de la théorie nouvelle de Darwin, il avait vu ressusciter de ses cendres celle de Lamarck. Il avait vécu parmi les défenseurs des idées anciennes, maîtres, amis et contemporains de son père. Mais il avait vécu aussi au milieu d'ardents évolutionnistes, tels qu'Edmond Perrier et Giard, pour ne citer que les morts.

Dans ces milieux si opposés, il a toujours gardé une extrême réserve ; jamais il ne s'est jeté directement dans la mêlée. Impassible, il écoutait et regardait. Mais s'il n'a pas explicitement pris position, il n'est pas difficile de trouver dans son œuvre des indications sur le fond de sa pensée. Dans le rapport sur le prix Bordin qui lui a été attribué pour son Mémoire sur les faunes des régions australes, Roulin s'exprime ainsi :

« Après plusieurs autres remarques générales, l'auteur arrive à la discussion d'une hypothèse aujourd'hui célèbre, celle qui admet la transmutation illimitée des types zoologiques, sous l'influence de diverses conditions biologiques connues, ou par l'effet de la sélection naturelle. Ici votre Commission s'abstiendra à dessein de le suivre, la question lui paraissant sortir des limites assignées par le programme aux concurrents. Elle a à peine besoin de dire que l'auteur du travail qu'elle analyse s'élève fortement contre cette hypothèse, mais elle croit nécessaire d'ajouter qu'il ne se refuse pas à admettre la possibilité de certains changements opérés sous l'influence de diverses causes dont l'action, longtemps continue, doit finir par effacer presque complètement les ressemblances extérieures auxquelles on reconnaît d'ordinaire, entre les descendants de parents communs, l'existence d'un lien de parenté. Il pense, en effet, que les zoologistes ont beaucoup trop multiplié les divisions spécifiques et même les distinctions génériques, de sorte que, parmi les espèces enregistrées dans les catalogues méthodiques, beaucoup, suivant lui, ne seraient, en réalité, que des races locales ou des variétés individuelles. Il va plus loin cependant, et ne paraît pas douter que, dans l'état de nature aussi bien que sous l'influence de l'homme, les animaux, lorsque les conditions d'existence auxquelles ils sont soumis viennent à varier, ne puissent revêtir des caractères différentiels, qu'ils transmettent à leurs descendants, constituant ainsi des espèces secondaires fixes et désormais incapables de se mêler entre elles. »

Dans une Notice consacrée à notre confrère, Edmond Perrier, bon juge en la matière, a fait suivre cette citation de la réflexion suivante :

« C'est là une grosse concession et la fin du paragraphe de l'excellent Roulin atténue singulièrement la protestation du début contre la variabilité infinie. A quoi, en effet, peut-on distinguer une espèce secondaire d'une espèce primaire? Et du moment que les espèces secondaires ne se mêlent plus aux espèces souches, à moins qu'elle n'aient perdu elles-mêmes la faculté de varier, n'est-il pas évident qu'en se donnant un temps suffisant, on pourra aller aussi loin qu'on voudra de l'espèce primitive. Les transformistes les plus décidés n'ont jamais dit autre chose. Aussi Alphonse Milne Edwards n'a-t-il jamais formellement protesté contre eux. »

Certes, il n'a pas protesté, mais il ne s'en est pas tenu à cette attitude négative. Son association avec son élève, M. Bouvier, fougueux transformiste, dans tant de travaux sur les Crustacés signés en commun n'est-elle pas un acquiescement formel à la doctrine?

L'intérêt qu'il lui portait est aussi mis en évidence par la création qu'il fit, en 1896, dans les catacombes, creusées sous l'emplacement du Muséum, d'un laboratoire souterrain dont l'objet formel était de soumettre le transformisme à une démonstration expérimentale en cherchant à changer des animaux lucéioles en cavernicoles. Il avait mis à la tête de ce laboratoire M. A. Viré..... A cette époque, les zoologistes ne savaient pas grand'chose au sujet des animaux cavernicoles, sur lesquels un petit nombre d'auteurs seulement avaient formulé les assertions les plus contradictoires. Il apparaît d'ailleurs aujourd'hui que la question est beaucoup plus complexe qu'on ne le supposait alors. L'obscurité du milieu souterrain est évidemment un facteur à considérer, mais il n'est pas le seul et il n'est probablement pas le principal. Des travaux récents, ont montré que l'humidité, la température, semblent régler d'une façon plus étroite la spécialisation des animaux vivant dans ces conditions si particulières.

Quoi qu'il en soit, dès que le problème s'est posé à son esprit, A. Milne Edwards a compris d'emblée ce qu'on pourrait tirer d'intéressant de son étude expérimentale et, avec sa décision habituelle, il a fondé aussitôt ce laboratoire outillé suivant les moyens d'alors.

Aux mérites du savant, aux qualités éminentes de l'homme privé, Alphonse Milne Edwards joignit le talent d'un administrateur et d'un organisateur de premier ordre. Comme tel, il a rendu à la science et à son pays des services dont l'importance ne le cède en rien à ses travaux scientifiques.

Le Muséum national d'Histoire naturelle lui doit une particulière gratitude pour tout ce qu'il y a réalisé et aussi pour ce qu'il y a semé et qui a germé depuis lors.

Héritier d'un nom illustre et lourd à porter, il a su en augmenter le lustre. L'Académie gardera fidèlement son souvenir (1).

Alfred Lacroix,
Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

(1) Extrait de la lecture faite dans la séance publique annuelle de l'Académie des Sciences du 22 décembre 1924.

Digitized by Google

REVUE INDUSTRIELLE

LE SALON DE L'AVIATION

C'est à dessein que nous remplaçons, dans le titre officiel, Aéronautique par Aviation.

L'Aéronautique embrasse tous les aéronefs, c'est-à-dire les avions et les ballons, mais il y avait, au salon, si peu de modèles ou de réductions de ballons que nous n'en parlerons pas. Sans doute, les dirigeables pourraient servir utilement à de très longs voyages sans escale. Cette croyance est du moins fortement enracinée en Angleterre où l'on construit des ballons géants (1). Cependant les mésaventures des Zeppelins, la catastrophe du Dixmude donnent à réfléchir : pour le prix d'un dirigeable on peut avoir plusieurs escadrilles d'avions du meilleur modèle, qui n'exigent pas d'aménagements aussi coûteux et qui sont moins à la merci des orages et des tempêtes.

Il y a encore, en faveur des avions, un argument qui conservera sans doute toute sa valeur, avantage primordial pour les transports lointains : la *vitesse*.

***

Si l'adjudant *Bonnet* sur monoplan *Bernard* (2)

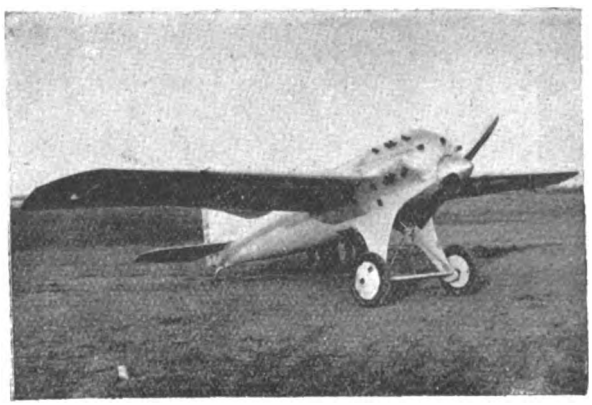


Fig. 18. — Avion Bernard, sur lequel le record mondial de vitesse, a été battu par l'adjudant Bonnet.

armé d'un Hispano à 12 cylindres (fig. 18), n'a réalisé une vitesse de 448,17 km. à l'heure que sur une base de 3 km. à l'aller et au retour, parcourue quatre fois, c'est-à-dire sur 12 km seulement, il est raisonnable de penser que cette vitesse de record peut devenir, assez vite, la vitesse moyenne des avions. Le record du monde de la plus grande vitesse n'est-il pas dépassé plusieurs fois, chaque année, par un nouveau record et le gain sur la vitesse horaire n'est-il pas voisin de 200 km., depuis le record de B. de Romanet le 22 octobre 1919 : 268 km. 631 à l'heure.

Le record d'altitude, qui dépasse 12.000 mètres, est actuellement tenu par l'aviateur français *Callizo* ; l'avion *Gourdon-Leseurre* est arrivé à ce haut plafond grâce à la suralimentation permise par les turbos-compresseurs *Rateau* (1).

Ces deux records, ainsi que le voyage au long cours de *Pelletier Doisy* sur *Bréguet XIX* (fig. 19), qui attestent le courage et l'adresse de nos aviateurs ainsi que la solidité des conceptions et des matérialisations françaises, illustrent le grand intérêt pratique de l'aviation, non seulement pour la défense nationale, mais aussi, tout simplement, pour le commerce.

Fig. 19. — Avion Bréguet XIX.

Il paraît évident, en effet, qu'une Compagnie qui offrirait, pour un prix non prohibitif, un voyage en Amérique ou en Extrême-Orient à la vitesse de 1.000 km. à l'heure, aurait une nombreuse clientèle, non seulement de passagers mais d'expéditeurs de colis postaux. Pour des vitesses beaucoup moindres le trafic des nombreuses lignes actuelles est, en effet, déjà impressionnnant (2). Que serait-ce si les vitesses augmentaient? Ne voyons-nous pas depuis longtemps les paquebots transatlantiques, en dépit d'énormes difficultés et de dépenses considérables, chercher à gagner quelques heures sur la traversée pour attirer les voyageurs.

(1) Un dirigeable de 140.000 mètres cubes projeté irait en deux jours aux Etats-Unis ?

(2) Envergure 9 m. 90 ; longueur 6,70 ; hauteur 2,30 : surface alaire 11 mètres carrés portant 1.100 kilos, soit 100 kilos par mètre carré.

(1) Sadi-Lecointe détenait depuis le 6 novembre 1923, le record du monde, avec 11.155 m. (avion Nieuport).

(2) Les lignes Latécoère entre la France, le Maroc et l'Algérie ont transporté, en 1924, 3.222.312 lettres (380.036 lettres en octobre représentent un poids de 7.121 kilos).

Digitized by Google

Cependant la vitesse des navires revient si cher que l'on se trouve, actuellement, bien près de la limite à partir de laquelle on ne pourrait plus payer l'augmentation des dépenses causées par un très faible gain de la vitesse des paquebots.

Avec une limite plus reculée, d'ailleurs, les mêmes circonstances se produiraient pour les avions, si l'on n'avait pas le moyen de tourner la difficulté.

Si l'on peut encore améliorer les formes ou la finesse des avions (en utilisant par exemple les conclusions que M. L. Bréguet a tirées du vol à voile) c'est-à-dire réduire le rapport entre la poussée, force utile, et la traînée, résistance nuisible à l'avancement, on peut gagner davantage en réduisant la résistance de l'air elle-même. Il suffit de s'élever à des hauteurs où la masse de l'air diminue au point que la résistance pourrait, par exemple, être très facilement réduite au cinquième de ce qu'elle était au moment du dernier record de vitesse. L'aérodynamique est assez avancée pour qu'on puisse prévoir ainsi des vitesses supérieures à 1.000 kilomètres à l'heure. Nous ne pouvons exposer, dans ce compte-rendu du Salon, les calculs qui emporteraient la conviction de nos lecteurs mais nous y reviendrons prochainement (1).

Grâce à la *suralimentation* qui conserve aux moteurs une puissance notable dans l'air raréfié des hautes altitudes ; grâce aux cabines étanches où l'on protégerait les passagers, dans une atmosphère convenablement renouvelée et entretenue à la pression ordinaire avec ce qu'il faut d'anydride carbonique pour éviter l'acapnie, on voyagerait ainsi rapidement, sûrement, confortablement.

Pour bénéficier de la réduction de la résistance de l'air, il ne suffit pas que le moteur conserve sa puissance, il faut encore que l'hélice produise la même traction. Or, les réactions sur les pales de l'hélice diminuent exactement dans le même rapport que la résistance de l'air sur les autres surfaces de l'avion —; cela pour des vitesses relatives égales — pour conserver la même puissance propulsive, il suffirait donc d'augmenter la vitesse des pales pourvu que les incidences des surfaces hélicoïdales fussent toujours maintenues à la valeur qui assure le meilleur rendement.

La fabrication d'hélices capables de tourner très vite et dont l'incidence des pales puisse s'accorder avec la vitesse, est donc actuellement la plus grande difficulté du problème, d'autant plus que ces vitesses et ces incidences doivent varier au fur et à mesure de la raréfaction de l'air pendant l'ascension.

Nous n'avons rien vu au salon qui prouve une avance notable dans la fabrication des hélices à mouvement rapide et à incidence variable sauf, peut-être, une hélice métallique à quatre pales à incidence variable, exposée dans le stand de l'Aviation italienne ; mais nous n'en connaissons pas les performances.

Les grandes vitesses n'auraient aucun inconvénient pour les moteurs. Si leur régime est plus lent que celui des moteurs d'automobiles, cela vient précisément du souci d'éviter, autant que possible, les démultiplications entre l'arbre-vilebrequin et le moyeu d'hélice ; ce dernier ne doit pas tourner à plus de 2.000 tours par minute dans les circonstances actuelles de son emploi.

***

Les Services officiels ont offert, aux regards des visiteurs, un énorme moteur dont les cylindres ouverts, le carter éventré, peuvent servir à la vulgarisation des admirables secrets de la machine, cet agrandissement d'un moteur Lorraine pourrait être considéré comme la frappante illustration de l'importance du moteur dans l'Aéronautique.

Aucune navigation n'est possible sans un moteur puissant, léger, solide, durable, économique. Des progrès de cette centrale d'énergie découlent les autres. Quels que soient les perfectionnements des cellules d'avions, ni les grandes vitesses, ni les hautes altitudes, ni surtout les voyages réguliers ou lointains, n'auraient pu s'accomplir.

On oppose généralement, aux moteurs poussés des avions de combat, les moteurs des avions de transport : le moteur *commercial* serait l'engin capable d'assurer, le plus économiquement possible, le transport d'un certain tonnage utile à une certaine distance.

En conséquence, cette machine doit consommer aussi peu que possible afin d'assurer, avec la moindre charge de carburant, le plus grand rayon d'action ; elle doit être légère mais sans sacrifier la solidité et par conséquent la durée.

Il n'est pas exact d'ailleurs que le moteur d'aviation le plus lourd soit le plus durable.

Parmi les organes d'un moteur, il en est qui, animés de mouvements rapides, particulièrement de mouvements alternatifs, doivent, au contraire, être aussi légers que possible si l'on veut éviter la fatigue qui résulte des variations d'inertie. Nous avons constaté, au Salon, le succès des *alliages légers* dont les qualités s'améliorent grâce aux efforts de nos métallurgistes. Pour d'autres pièces, comme les vilebrequins, l'emploi *d'aciers spéciaux* et les soins apportés aux *traitements thermiques* permettent de conserver une légèreté relative sans

(1) Voir « Communications scientifiques et faits industriels 1922-23) », Payot, éditeur.

Digitized by Google

nuire à la sécurité. La dureté superficielle des roulements est un autre moyen de diminuer l'usure. De bonnes règles d'usinage, *l'équilibrage* poussé jusqu'à la minutie, de larges congés de raccordement entre les sections différentes d'une même pièce, les vérifications précises des pièces coulées ou forgées, avant et après l'usinage, sont des mesures efficaces qui prolongent la vie des moteurs.

Le refroidissement est, à ce point de vue, une fonction importante qui se complique, dans l'aviation, par la nécessité de modérer le refroidissement du moteur aux très basses températures des couches supérieures de l'atmosphère.

Refroidir le moteur ne suffit pas, il faut encore *refroidir l'huile*. Le pouvoir lubrifiant des huiles s'atténue — et de beaucoup — avec l'élévation de la température et, s'il faut, l'hiver au départ, réchauffer l'huile, il est indispensable ensuite, non seulement de filtrer l'huile à chacun de ses retours au carter, mais encore de la faire passer dans des radiateurs-refroidisseurs. Ce souci est généralement observé ainsi que le filtrage : les *filtres centrifuges* Renault paraissent présenter actuellement une grande supériorité sur tous les autres dispositifs pour la rapidité et la perfection de la séparation des impuretés dont l'huile se charge pendant sa circulation entre les pièces frottantes. Si la pompe à huile remplit, dans cette circulation, les fonctions du cœur, le filtre centrifuge est un régénérateur puissant dont le corps humain ne peut nous fournir aucune image.

Nous pensons cependant que l'on pourrait

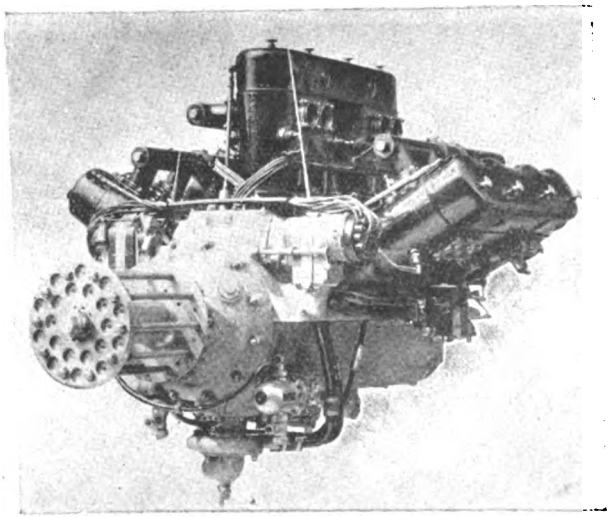


Fig. 20. — Moteur Farman 500 C. V., type 12 W. E.

aller plus loin dans la recherche des meilleurs lubrifiants pour l'aviation. Il y a, dans les huiles de ricin par exemple, des éléments éminemment lubrifiants et d'autres qui, s'altérant trop vite, devraient être éliminés à l'avance. On consommerait moins d'huile, le moteur durerait plus longtemps et l'on trouverait dans les éléments éliminés, une source de sous-produits utiles.

Ainsi l'amélioration de toutes les fonctions du

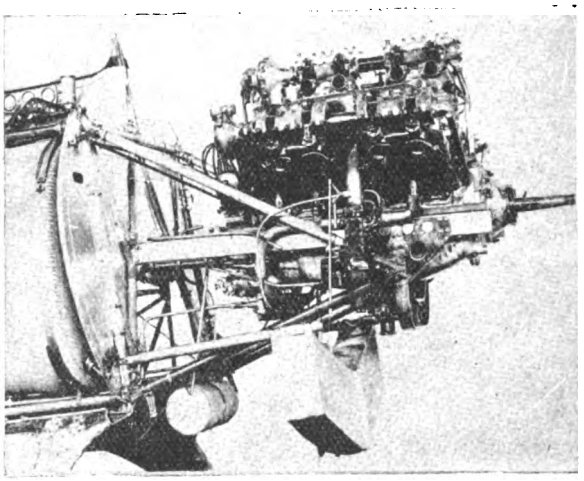


Fig. 21. — Moteur Lorraine Dietrich, 450 C.V., sur avion Bréguet XIX.

moteur conduirait à l'augmentation de la puissance à poids égal (du moteur lui-même et de ses approvisionnements en huiles carburantes et lubrifiantes) et à une prolongation notable de la vie, si bien qu'il

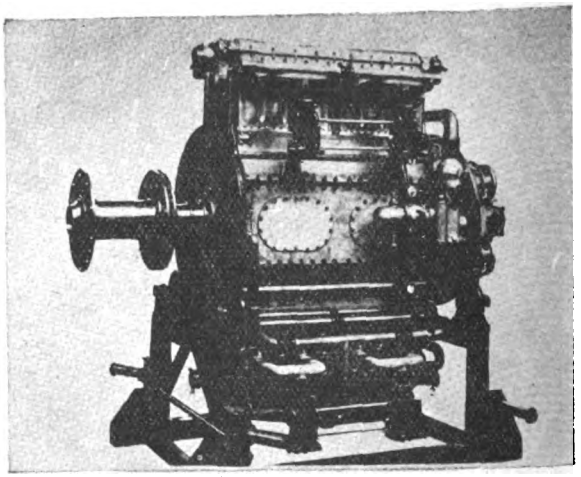


Fig. 22. — Le groupe quadrimoteur Bréguet monobloc de 1.000 chevaux.

n'y aurait plus de moteur commercial parce que tous les moteurs seraient commerciaux.

Assurément, beaucoup de progrès ont été accomplis (fig. 20, 21, et 22).

Pendant la guerre, certains moteurs n'avaient qu'une vie éphémère. Nous voulons dire, qu'après quelques heures — parfois quelques minutes —

Digitized by Google

de vol, un accident entraînait la réforme de l'engin. Sans doute, tout n'était pas perdu ; les organes en bon état étaient récupérés pour la constitution d'autres moteurs, mais cela au prix de très grosses dépenses de main-d'œuvre.

Actuellement, le nombre d'heures de service, avant révision complète, se chiffre par centaines. On doit arriver à l'ordre des mille.

Les progrès dans la conception et dans la fabrication n'y suffiraient pas ; il faut perfectionner l'instruction des mécaniciens indispensables pour soigner, vérifier et entretenir les mécanismes. La multiplication des appareils qui enregistrent à temps les défaillances locales des organes, le meilleur montage des accessoires devenus plus accessibles ainsi que le moteur lui-même (fig. 21) (qu'on descend très facilement de la carlingue pour un examen attentif et qu'on remplace à volonté par un autre moteur) expliquent aussi, dans une large mesure, la prolongation de la vie moyenne des moteurs.

Nous avons admiré les progrès des démarreurs (fig. 23).

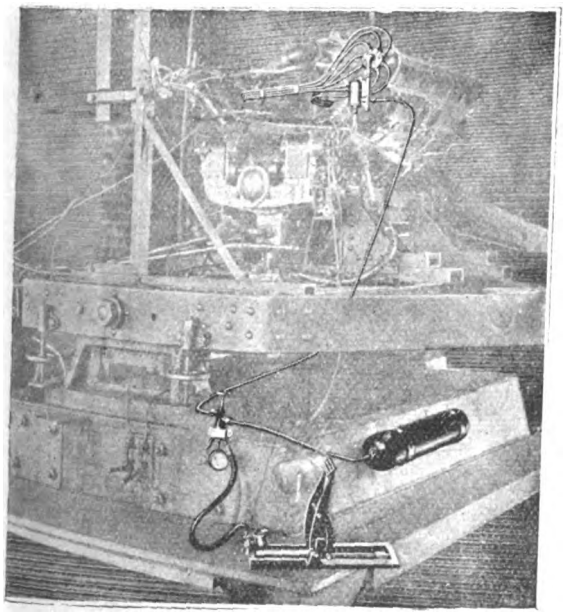


Fig. 23. — Démarreur Saintin pour l'essai au blanc-balance d'un moteur de 300 C. V. (l'air comprimé préalablement à 5 kilog. dans une bouteille passe dans le carburateur et forme immédiatement le mélange tonnant nécessaire au démarrage immédiat).

Mais nous ne pouvons décrire les perfectionnements de détail. L'allumage multiple, les magnétos, les dynamos, les bobines, pourraient faire l'objet d'une étude intéressante. Cependant tous les dispositifs électriques, même doublés, n'offrent pas une entière sécurité contre les ratés d'allumage.

Nous savons que des recherches sur les *briquets auto-allumeurs*, que l'on met à la place des bougies et qui permettent aussi de régler l'avance, sont très poussées, mais nous ne verrons la confirmation de leurs qualités qu'au prochain salon. C'est une

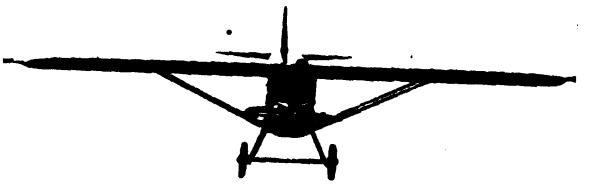


Fig. 24. — Maquette de l'avion commercial Dewoitine D. 14. — Envergure, 12 m. 80 ; longueur, 12 m. 20 ; hauteur, 3 m. 35 ; moteur Lorraine de 420 ch., 12 cylindres.

véritable révolution que nous annonçons, aussi bien pour les moteurs d'automobiles que pour les moteurs d'avions.

On se rend compte que les carburateurs, eux aussi, sont l'objet de recherches intéressantes mais nous n'avons pas vu de carburateurs qui permettraient d'utiliser, d'une manière continue, des carburants moins volatils et *moins dangereux* que l'essence. Le problème est, en effet, assez com-

Fig. 25.— Avion de transport qui a gagné les deux derniers grands prix de l'Aéro-Club et la coupe Lamblin en 1924. Surface utile : 81 m² ; poids à vide : 3.200 kilog ; charge utile : 2.000 kilog. Cet avion peut être équipé à volonté, soit avec quatre moteurs Hispano de 180 C. V., soit avec deux moteurs Lorraine de 400 C. V. La première solution offre plus de sécurité ; la seconde simplifie la conduite.

pliqué : un chauffage exagéré décompose les substances employées, provoque des encrassements et diminue, d'une manière fâcheuse, la masse de la cylindrée ; l'addition de catalyseurs dans les huiles lourdes provoque bientôt l'attaque du métal et

Digitized by Google

des dépôts sur les gicleurs. Nous ne voyons la solution que dans une meilleure pulvérisation jointe à une dépression, favorable à la vaporisation, avec juste assez de réchauffage pour éviter les condensations — à moins que l'on puisse réaliser un moteur léger qui s'accommode d'un cycle mixte entre la combustion à volume constant, dite « explosion » et la combustion à pression constante des lourds moteurs Diésel.

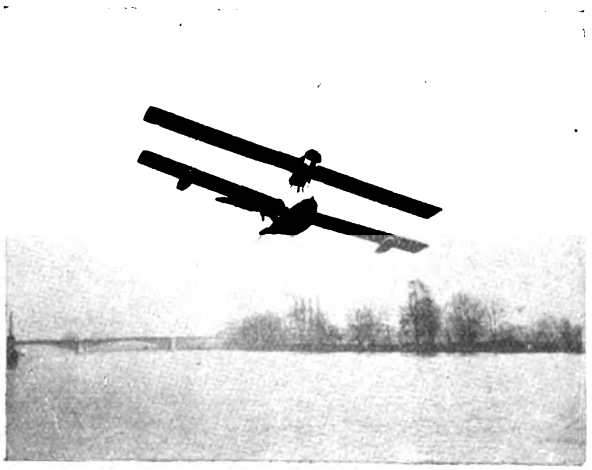


Fig. 26. — Hydravion-amphibie, 350 ch. Schreck, F. B. A. (record mondial d'altitude avec 500 kilog. de surcharge).

Certains inventeurs ne désespèrent pas des turbines à pétrole. Les grandes difficultés à tourner (compression préalable et refroidissement des aubages en mouvement rapide) ne les arrêtent pas. Nous avons vu un modèle qui consomme 300 grammes d'essence au cheval-heure. C'est beaucoup, mais c'est déjà un résultat remarquable

***

Malgré les enseignements du vol à voile, les avions de tourisme sont noyés dans la multitude des appareils de guerre et de transport (fig. 18, 19, 24 et 25), qui présentent des améliorations notables, particulièrement en ce qui concerne les constructions métalliques en alliages légers, la finesse des lignes et le grand souci de réduire les résistances passives en protégeant tous les organes dans des enveloppes de moins en moins nombreuses, bien étudiées pour la réduction des effets nuisibles.

L'aménagement intérieur des gros avions de transport est de nature à engager les voyageurs ; la T. S. F., l'aménagement des stations, le balisage lumineux des lignes augmentent l'impression de sécurité, d'ailleurs certifiée par les statistiques.

Le groupement des moteurs n'est pas encore régi par une formule indiscutable. On voit encore beaucoup d'avions polymoteurs avec hélices tractives et propulsives dans des carlingues latérales (fig. 25), ce qui exige une étude attentive, afin de réduire les vibrations des ailes, mais on propose aussi, dans une cabine unique, le groupement de

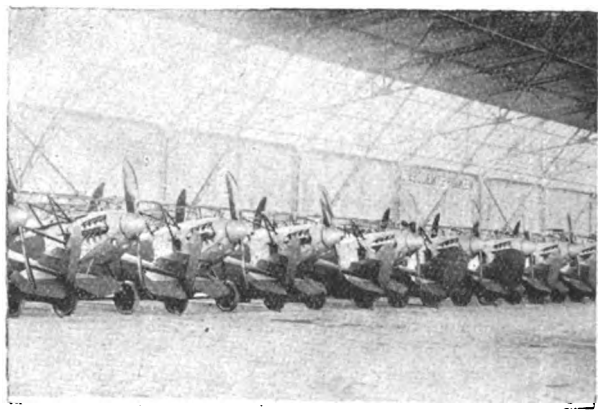


Fig. 27. — La fabrication en série des avions de chasse aux usines hollandaises Fokker (Fokker D. XIII, Napier-Lion, 450 ch.) — Une grande série d'avions de chasse monoplace Fokker D. XIII prête à être expédiée.

plusieurs moteurs qu'on pourrait ainsi, beaucoup plus facilement, surveiller pendant le vol (fig. 22).

Un bassin convenant mieux qu'un aérodrome pour un appareil lourd, les hydravions offrent donc beaucoup d'intérêt. Certains modèles, dits « amphibies » peuvent d'ailleurs se poser aussi bien sur la terre que sur les eaux (fig. 26).

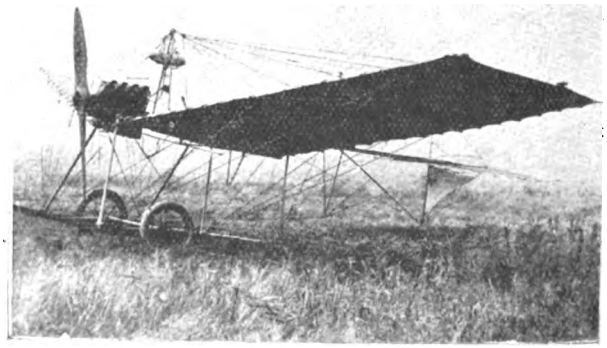


Fig. 28. — L'avion Fokker de 1911.

Tous les avionneurs français exposent des modèles réellement intéressants parmi lesquels les acheteurs peuvent trouver l'appareil qui convient pour un service donné. Les nombreuses commandes des gouvernements étrangers sont l'heureuse confirmation de ce que nous avançons.

Digitized by Google

***

Quant aux exposants étrangers, d'ailleurs peu nombreux, leurs tendances s'écartent assez peu, semble-t-il, de celles de nos constructeurs. Sauf pour les moteurs, les Anglais ne montrent rien de bien remarquable et nous voulons croire que le meilleur n'était pas au salon. Les Hollandais (fig. 27), exposent surtout des modèles militaires. Les photographies (fig. 28 et 29), montrent tout le chemin parcouru en assez peu de temps par la maison

Fig. 29. — L'avion Fokker de corps d'armée avec moteur Napier « Lion » de 450 ch.

Fokker, par exemple, mais on pourrait en dire autant de toutes les firmes.

***

De cette revue rapide, nous retiendrons que les progrès de notre aéronautique s'affirment, non seulement dans les réalisations qui sont le passé, mais dans les recherches qui garantissent l'avenir. Ces recherches, l'exposition officielle nous en montre les principaux organismes : services techniques ; écoles ; laboratoires mécaniques, chimiques, optiques, médicaux, météorologiques, etc.

L'aviation française tend à devenir industrielle, c'est-à-dire à offrir ses services à une clientèle civile de plus en plus nombreuse. Ainsi les bénéfices commerciaux suffiraient à assurer l'avenir des compagnies de navigation aérienne et des constructeurs d'appareils et de moteurs.

Cependant, comme les meilleurs appareils de transport sont transformables en engins de guerre, il est difficile de distinguer, parmi les constructions aéronautiques dont la destination pacifique et commerciale ne peut être mise en doute, celles qui pourraient servir, en outre, à des buts militaires.

L'aviation continue donc à présenter un triple caractère, scientifique, industriel et guerrier, et ce serait une grave illusion que de l'oublier.

C'est pourquoi les secours officiels restent indispensables et que les plus larges subventions doivent être accordées aux chercheurs, aux constructeurs et aux Compagnies, qu'on ne peut assujettir encore à la sanction brutale de toute industrie ordinaire : le bénéfice. Ici, l'intérêt national, colonial et militaire, l'emporte sur l'intérêt privé. Convient-il de le regretter quand nous venons d'admirer les résultats magnifiques de la collaboration des services techniques officiels et des constructeurs.

Edmond Marcotte,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1924). — *Arithmétique.* 1. M. *R. de Montessus de Ballore* a fait calculer directement log 200 !, ..., log 1000 ! et il donne l'approximation des mêmes logarithmes par la formule de Stirling ; les résultats obtenus par les deux méthodes concordent jusqu'à la neuvième décimale.

2. Généralisant les propositions qu'il a obtenues précédemment, M. *D. Mordouhay-Boltovskoy* démontre la transcendance de toute une catégorie de nombres : par exemple $\log \pi$ et $e^{e^{\xi}}$ (où ξ est algébrique).

Théorie des fonctions. 1. Soit D un ensemble fermé pouvant contenir le point à l'infini, mais dont la frontière est toute à distance finie ; soit $f(x)$ une fonction quelconque, holomorphe en tout point de l'ensemble ouvert Δ (contenant D) et nulle à l'infini (si ce point appartient à Δ) ; M. *Arnaud Denjoy* fait connaître un théorème permettant de représenter dans D la fonction $f(x)$ par une série uniformément convergente de fonctions rationnelles $\Sigma A_n (x-\alpha_n)^{-1}$, et il étudie les particularités que présente le prolongement analytique de $f(x)$.

4. Dans une seconde note, l'auteur étudie les singularités du développement ; par exemple, si R est un continuum dont la frontière contient α_1 et si α_2, ..., α_n,... sont étrangers à R, peut-on affirmer que α_1 est une singularité pour $f(x)$? L'auteur montre notamment qu'il

Digitized by Google

est impossible qu'en tous les points communs à R et à un cercle γ de centre α, la somme de la série coïncide avec une même fonction holomorphe dans γ.

2. M. *Alexandre Kovanko* fait connaître un théorème qui assure la convergence uniforme des suites de fonctions monogènes sous des conditions plus larges que celles du théorème de Weierstrass-Montel; ces conditions ne sont d'ailleurs pas nécessaires.

3. M. *E.-F. Collingwood* complète les résultats de M. R. Nevanlinna sur la distribution des zéros des fonctions entières et des fonctions holomorphes dans un cercle; il retrouve en particulier les propositions de M. Nevanlinna par une méthode plus simple, fondée sur des théorèmes classiques.

5. Une inégalité à laquelle parvient l'auteur lui permet d'approfondir l'étude des fonctions entières d'ordre fini. Par exemple, soit $f(z)$ une telle fonction, et x un nombre vérifiant l'inégalité en question; ou bien x est une valeur asymptotique de $f(z)$, ou bien x est un point limite de points critiques algébriques de la fonction inverse de $f(z)$.

6. Après avoir généralisé la notion de fonction à variation bornée, M. *Nikola Obrechkoff* montre que la série de Fourier d'une telle fonction (supposée en outre continue) converge uniformément vers la fonction dans tout intervalle intérieur à celui où la fonction est à variation bornée.

Analyse. 1. M. *A. Zygmund* généralise la méthode de sommation des séries de Cesàro et il en déduit diverses conséquences sur la multiplication des séries et sur la localisation.

2. Appliquant à divers exemples la méthode de développement en fractions continues généralisées qu'il a introduite précédemment, M. *Armand Cahen* étudie spécialement ces développements au point de vue de leur périodicité.

3. M. *A. Bloch*, s'appuyant sur une méthode de M. Montel, généralise les résultats que cet auteur a obtenus en 1922 sur les familles de fonctions, holomorphes dans un cercle et y prenant plusieurs fois les valeurs 0 et 1.

4. Poursuivant l'étude des intégrales des équations qu'il a abordées récemment, M. *René Garnier* montre comment on peut former des développements représentant ces intégrales au voisinage de leurs singularités transcendantes; il indique que ces développements épuisent l'étude locale de la singularité. Les résultats, analogues à ceux qu'il a obtenus pour l'équation VI, s'appliquent à toute une classe de systèmes différentiels, aussi généraux que les équations du second ordre, linéaires et régulières.

5. Généralisant un résultat de M. Razmadzé, M. *Paul Lévy* montre que le minimum des intégrales définies (que l'on envisage dans le calcul des variations) ne peut être réalisé par une extrémale continue, même si l'on astreint la fonction inconnue à être continue ainsi que ses dérivées d'ordres 1, ..., p (p étant arbitrairement grand).

6. Envisageons un système d'équations

$$f_i\left[S_\mu(x)\right] = \Sigma R_{i,\mu,k} f_k(x),$$

où les R sont rationnelles et où les S désignent des substitutions linéaires; ces équations comprennent comme cas particuliers les équations aux différences finies, aux différences géométriques, et les équations définissant les fonctions zétafuchsiennes de Poincaré. Ceci posé, en imitant le procédé par lequel Poincaré construit les fonctions automorphes, M. *P.-J. Myrberg* construit pour les équations précédentes un système remarquable de solutions analytiques, définies par des séries rendues convergentes grâce à l'introduction de fonctions rationnelles ou transcendantes convenablement choisies.

Géométrie infinitésimale. 1. M. *E. Merlin* fait connaître une formule purement géométrique relative à un quadrilatère curviligne dont les côtés opposés sont des asymptotiques de même système d'une surface S; et il en déduit diverses conséquences : notamment une propriété caractéristique des surfaces de M. Tzitzéica.

2. M. *Bertrand Gambier* complète ses récents résultats sur les polygones de Poncelet généralisés (par exemple, inscrits dans une conique, circonscrits à une courbe algébrique).

3. M. *Jules Drach* recherche tous les cas où l'habillage d'une surface (au sens de Tchebychew) se ramène à la déformation d'une surface; il caractérise les éléments linéaires au moyen de la théorie des fonctions elliptiques, et il observe que tous les progrès accomplis dans la déformation (non réglée) des quadriques correspondent à des habillages; la transformation de Bäcklund, et ses généralisations de Bianchi, donne des transformations d'habillage.

4. Appliquant aux complexes à foyer inflexionnel multiple de M. G. Kœnigs, appartenant à un espace projectif, les méthodes de M. Cartan, M. *Paul Mentré* énonce à leur sujet une série de résultats, tels que le suivant : les complexes à foyer inflexionnel triple, admettant pour support une congruence W dépendent de quatre fonctions arbitraires d'un argument et sont applicables projectivement sur un complexe linéaire spécial.

Hydrodynamique. 1 et 2. M. *D. Riabouchinsky* rattache l'étude des mouvements plans rotationnels d'un liquide aux propriétés de fonctions non analytiques, (le cas de l'analyticité correspondant aux mouvements irrotationnels); les fonctions de $x+ky$, ou de $x+jy$ ($k^2=0$; $j^2=1$) donnent des mouvements rotationnels remarquables (paraboliquement irrotationnels); l'Auteur étudie en détail un cas particulier et il compare aux théories classiques les hydrodynamiques qu'il a introduites.

Élasticité. 1 et 2. Considérant un ballon sphérique de faible épaisseur, soumis uniquement à une pression extérieure uniforme, M. *Léon Lecornu* se propose de calculer la pression critique à partir de laquelle le ballon commence à se déformer : ceci a lieu quand l'accroissement infinitésimal du potentiel élastique devient inférieur au travail correspondant de la pression. Pour l'acier, la pression critique atteint une valeur énorme : tout ce que l'on peut dire c'est que bien avant que la pression ait atteint une telle valeur, les hypothèses classiques de l'élasticité ne sont plus applicables. Dans une seconde note, l'Auteur applique sa théorie à la déformation tétraédrique de la surface terrestre. Il montre que ce stade est nécessairement précédé d'une déformation ellipsoïdale et il fait observer que le phénomène une fois amorcé, le calcul ne peut plus faire prévoir ce qui se passe dans une déformation finie.

Calcul des probabilités. Par une méthode différente de celle de M. Simmons, M. *Ragnard Frisch* démontre le théorème suivant (que M. Simmons n'avait pas établi dans toute sa généralité) : Soient p la probabilité d'un événement, et s le nombre des épreuves; pour $2p<1$ et sp entier il est plus probable que l'événement arrive moins de sp fois que plus de sp fois : et l'excès de la probabilité pour une série à x ($<sp$) événements favora-

Digitized by Google

bles sur la probabilité pour une série à $y\,(>sp)$ événements favorables est d'autant plus grand (si s est constant) que p est plus petit. René GARNIER.

Physique

Rayonnements ondulatoire et corpusculaire. — Dans une conférence à la Royal Institution en février dernier, Sir William Bragg a ranimé l'ancienne controverse des théories de l'émission et des ondulations. Le XIXe siècle s'était prononcé en faveur de la seconde de ces théories et avait donné raison à Huyghens contre Newton. Puis les découvertes de la radioactivité et de diverses radiations ont montré que la discussion n'était pas close. Sir William Bragg expose quelques faits intéressants à cet égard, dans la physique de la lumière et des rayons X, le rayonnement X étant actuellement regardé, on le sait, comme de la lumière de très courte longueur d'onde.

Lorsque, dans un tube à vide, les électrons venant de la cathode rencontrent un obstacle, il y a, à partir de cet obstacle, émission de rayons X. D'autre part, les substances frappées par les rayons X, plaques photographiques ou autres substances, donnent lieu à leur tour à un dégagement d'électrons. Il y a ainsi production successive d'ondes et d'électrons.

Sir William Bragg réalise une expérience sur l'action mutuelle de la lumière et des électrons. On pourvoit une machine électrique de Wimshurst de deux électrodes. L'électrode négative, un large disque de zinc, fait face à l'électrode positive, constituée par une petite sphère de cuivre. Les étincelles ont lieu à intervalles réguliers, le rayonnement d'une flamme de magnésium les interrompt; elles reprennent dès qu'on masque la flamme par une épaisse lame de verre. La décharge disruptive se produit, en effet, lorsque la charge accumulée sur les électrodes est suffisante pour franchir la coupure d'air. Les rayons ultra-violets du magnésium, tombant sur le zinc, en libèrent tant d'électrons par effet photoélectrique que la décharge commence avant que la charge critique ne soit atteinte. Le verre interposé, opaque aux rayons ultra-violets, permet à la charge de s'accumuler de nouveau, et aux étincelles de reprendre.

Dans une autre expérience, Sir William Bragg vérifie la loi bien connue de Stokes sur la fluorescence. Une substance fluorescente éclairée émet une lumière secondaire de fréquence plus basse que la lumière excitatrice. En éclairant une solution d'éosine par un faisceau de lumière blanche décomposée par un prisme, on constate que le rouge et le jaune passent sans manifester la moindre action, tandis que les autres rayons provoquent la fluorescence verte de l'éosine.

On a découvert récemment une propriété qui différencie le rayonnement lumineux et le rayonnement X. Pour la lumière, la diffusion ne s'accompagne d'aucun changement de couleur, c'est-à-dire de longueur d'onde. Au contraire, les recherches de Compton sur la diffusion des rayons X indiquent, dans ces conditions, un accroissement de longueur d'onde, phénomène qui rappelle, dans une certaine mesure, ce qu'on observe à propos de la fluorescence. Compton a entrepris ces expériences après avoir reconnu, pour les rayons X très pénétrants, l'insuffisance des formules de Barkla et de J. J. Thomson, basées sur des considérations électrodynamiques. L'énergie dispersée, qui semble en réalité très inférieure à la valeur de Thomson, ne serait pas indépendante de la longueur d'onde en jeu. Ces résultats confirmés par P. A. Ross, mis en question par Duane, puis confirmés à nouveau par A. Muller au laboratoire Davy-Faraday, n'ont pas encore reçu d'interprétation définitive. Leur compréhension sera certainement d'une importance théorique considérable.

S. V.

Géochimie

Les trois couches terrestres. — D'après Tammann (*Zeit. anorg. Chem.*, t. 131, 1923) le noyau terrestre comprendrait trois couches dont la composition et les caractéristiques seraient données comme ci-dessus :

Épaisseur en Kilomètres	Densité	Composition
1° Silicates... 0 — 1500	2,9	1 (Al^2O^3, Fe^2O^3, FeO CaO, MgO. K^2O Na^2O) 1,5 SiO^2.
2° Sulfures 1500 — 2900	5,6	FeS, Fe^3P, FeO, Fe, SiO^2.
3° Métaux 2900 — 6370	9,6	Fe 88 %, Ni 8 % (Fe SP) 3 %, métaux précieux 1 %

A. R.

Anthropologie

Les migrations mélanéso-polynésiennes et australiennes en Amérique à l'époque préhistorique (1). — Le Dr Rivet, dont on connaît les importants travaux sur l'anthropologie et l'archéologie américaines, vient de publier, sur les premiers peuplements de l'Amérique, une note qui apporte à cette question, restée si obscure jusqu'ici, des éléments décisifs (1).

Les anthropologues, les archéologues et les ethnographes avaient montré, déjà, que les migrations mélanéso-polynésiennes et australiennes, en Amérique, pouvaient être considérées comme très probables, mais aucune preuve absolue n'en avait encore été apportée. Le Dr Rivet, se basant sur la linguistique, comble cette lacune et sa découverte apparaît dès maintenant comme grosse de conséquences; elle soulève des problèmes nombreux et complexes, dans toutes les branches de l'Anthropologie.

Toutes les tentatives faites pour établir un lien entre les langues américaines et celles de l'Ancien Monde étaient jusqu'ici restées infructueuses (sauf, peut-être, en ce qui concerne l'Eskimo); mais le Dr Rivet distingue aujourd'hui deux groupes linguistiques : l'un Nord-Américain pouvant être rattaché à la famille mélanéso-polynésienne, l'autre Sud-Américain pouvant être rattaché à la famille australienne. « Le premier groupe, connu sous le nom de groupe *Hoka*, compte un grand nombre de tribus qui s'échelonnent, avec quelques solutions de continuité, le long de la côte du Pacifique, depuis le sud de l'Orégon jusqu'à l'isthme de Tehuantepec, sur 27 degrés de latitude environ (entre les 43° et 16°). »

L'auteur a relevé 140 rapprochements lexicographiques entre le Hoka et le Mélanéso-polynésien. Nous citerons à titre d'exemple :

	Mélanéso-Polynésien	*Hoka*
Homme	*tama, opa*	*tama, ŭpā*
Femme	*wahine*	*huagen*
Nez	*ihu*	*ihu*
Chanter	*himene*	*ihmin*
Soleil	*taa, lā*	*alla, ala, la*
Lune	*hura*	*hŭllă, halá*

« Le second groupe connu par les Américanistes sous le nom de groupe *Tšon* comprend les Indiens appelés

(1) Dr RIVET. — Les Mélanéso-Polynésiens et les Australiens en Amérique, (Note présentée, le 12 décembre 1924, à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, par M. Meillet).

Digitized by Google

communément Patagons, avec leur branche fuégienne, les Ona. »

Le Dr Rivet a noté 70 concordances avec l'Australien, par exemple :

	Australien	*Tšon*
Homme.....	*nonga, nungar*.....	*nooken, nuken*
Cuisse.....	*tana, tena*.....	*tanin*
Langue.....	*tale, t'ali, útala*.....	*tâal, tal, târe*
Nez.....	*oro, orro, woro, wuru.*	*or, hor, orr'a, urr*
Lune.....	*mana, manian*.....	*amanta*
Pierre.....	*duruk*.....	*druka*

L'auteur fait, en outre, remarquer que le Tšon possède les rares mots communs à la presque totalité des dialectes australiens, qui sont si profondément différenciés.

Le Hoka et le Tšon ont donc conservé, presque dans leur intégrité, après plusieurs millénaires, les mots des langues dont ils sont issus.

Ces nouvelles recherches du Dr Rivet et les résultats ainsi acquis, viennent corroborer ce qu'il avait dit déjà en 1909, lorsque reprenant une ancienne théorie de ten Kate et de Quatrefages, il démontra que « par leurs caractères ostéologiques, les anciens habitants de la partie méridionale de la péninsule californienne et la race sud-américaine, dite race de Lagoa Santa, présentaient des affinités très nettes avec la race hypsisténocéphale de Mélanésie » thèse confirmée récemment par R. Verneau.

Mais la linguistique vient ici confirmer ce qu'avaient dit, non seulement l'anthropologie physique, mais aussi l'ethnographie qui avait permis à Graebner (1909), E. Nordenskiöld (1912) et au P. Schmidt (1913) d'établir de nombreux points de contact entre les civilisations américaines et mélanéso-polynésiennes.

Dans l'Amérique du Sud, existent, également, les mêmes concordances entre la Linguistique, l'Anthropologie et l'Ethnographie, permettant de faire la preuve d'une migration australienne à une époque qui doit être extrêmement ancienne et que le Dr Rivet pense avoir précédé la migration mélanéso-polynésienne, car, dit-il, il y a tout lieu de supposer que les Australiens ont emprunté la voie des îles pour atteindre l'Amérique et cette voie n'était libre qu'avant l'occupation de ces îles par les Mélanéso-Polynésiens.

Et l'auteur qui, dans un travail aussi succinct, ne peut aujourd'hui nous faire pénétrer plus avant dans un sujet aussi vaste, termine en disant : « Le fait essentiel est que le cercle qui entourait l'Amérique est brisé en deux points, que l'isolement des indigènes du Nouveau Monde est rompu et qu'un des coins du voile qui couvrait le mystère de leur origine est soulevé. Le fait que l'Amérique se révèle si conservatrice au point de vue linguistique autorise toutes les espérances. »

L. Franchet.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Découverte d'un gisement pétrolifère à Gabian (Hérault). — Jusqu'à présent les divers sondages entrepris dans le territoire français d'avant-guerre s'étaient montrés féconds en résultats intéressants au point de vue théorique, sans qu'aucun d'entre eux ait révélé la présence de gisements pétrolifères.

Pour la première fois aujourd'hui, un sondage vient de constater l'existence de quantités exploitables de pétrole qui ont donné naissance à un jaillissement.

Le seul indice d'huile minérale qui fut connu dans la région de Gabian était une source d'eau mêlée de pétrole, exploitée au XVIIe siècle, délaissée depuis, et d'ailleurs tarie complètement depuis 50 ans. Entre 1880 et 1890, une Société avait entrepris l'exécution de deux forages qui ne donnèrent aucun résultat.

Il y a environ un an, M. Barrabé — puis, après le départ de ce dernier pour Madagascar, M. Viennot —, chargés de missions pour la recherche du pétrole dans la région pyrénéo-languedocienne, reprirent l'étude de la région. L'ancienne source de pétrole se trouvait à la limite des grès triasiques inférieurs, perméables, et des marnes bigarrées avec cargneules du Keuper ; selon toutes probabilités, s'il en existait des quantités exploitables, était emmagasiné dans les grès : or, dans la vallée de la Tongue, où les premiers sondages avaient été placés, les replis anticlinaux affectant la série triasique avaient été décapés par l'érosion, ce qui ne permettait guère d'espérer qu'on pût y rencontrer des hydrocarbures liquides. Aussi ces géologues portèrent-ils leur choix sur la zone située plus à l'ouest, où les grès avaient conservé leur couverture imperméable.

Les travaux de forage, commencés au mois d'août, se montrèrent vite productifs : dès le 11 septembre, on pouvait recueillir 40 litres de pétrole par heure, la profondeur atteinte ne dépassant pas 97 m. En procédant à un approfondissement, on arriva, le 6 novembre, à un niveau pétrolifère assez riche pour provoquer un petit jaillissement intermittent (profondeur 106 m. 65) : le débit horaire passa à 1 m³ : depuis lors, il se maintient à une moyenne de 600 litres.

Le pétrole de Gabian est de couleur brun foncé, avec fluorescence verte ; densité 0,8464 à 15°. A la distillation fractionnée, on obtient (d'après M. Gault) 26,05 % passant entre 225 et 300°, et 70 % au-dessus de 300°. Il se trouve dans des dolomies caverneuses alternant avec des grès à éléments dolomitiques. De l'avis des spécialistes, on peut espérer, en reprenant l'approfondissement, rencontrer d'autres niveaux pétrolifères. D'autre part, le gisement semble présenter une certaine extension horizontale. Les résultats déjà obtenus se présentent comme fort encourageants.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La séance publique annuelle a eu lieu le 22 décembre. Le président sortant, M. Guillaume Bigourdan, a évoqué la mémoire et l'œuvre des membres disparus pendant l'année : Bertin, doyen de la section de navigation, le Prince Roland Bonaparte, de la section des membres libres, le Comte de Chardonnet, de la section des Applications de la Science à l'Industrie, Sir Geikie, le célèbre géologue écossais, associé étranger ; les six correspondants, le mathématicien Guichard, l'astronome Stephan, le naturaliste Simon, les botanistes Warming et De Toni, le biologiste Loeb. Il a salué les nouveaux membres élus : MM. de Broglie, Desgrez et Séjourné, de la section des membres libres ; Rabut et Claude, de la section des Applications de

Digitized by Google

la Science ; Winogradsky, associé étranger. M. Bigourdan a proclamé l'attribution du prix Osiris au physicien Ch. Fabry et de la grande médaille Lavoisier au chimiste Achille Le Bel, à l'occasion du cinquantenaire de sa conception du carbone asymétrique.

M. Bigourdan a ensuite montré l'évolution de la science depuis le début du XIXe siècle. Il termine son discours par un appel aux jeunes qui veulent se consacrer à la Science.

M. Emile Picard a ensuite proclamé la liste des lauréats de l'Académie, que nous avons déjà publiée, et M. Lacroix a donné lecture de sa Notice sur la vie et les travaux d'Alphonse Milne Edwards (1835-1900), membre de la section de zoologie et d'anatomie.

— Dans la séance du 29 décembre, MM. Brillouin et Ch. Moureu ont été désignés pour faire partie du Conseil d'administration de la fondation Rothschild.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 23 décembre, le président fait connaître la mort du docteur Jean Camus, médecin des hôpitaux, qui avait été récemment élu.

— M. Paul Bar a été élu vice-président ; il remplace M. Barrier qui présidera l'Académie pendant l'année 1925.

Le Centenaire de la publication du principe de Carnot. — Ce centenaire a été commémoré le 4 décembre 1924 par les Ingénieurs américains, sous les auspices de la « Columbia University » et de diverses Sociétés d'Ingénieurs, mécaniciens, électriciens et des mines.

La séance s'est tenue, avec une grande solennité, dans les locaux des Sociétés d'Ingénieurs à New-York, en présence d'une très nombreuse assistance ; elle était présidée par M. William F. Durand, ancien professeur d'hydraulique à l'Université Leland Stanford (Californie), actuellement président de l'American Society of Mechanical Engineers. Le professeur Pupin a mis en relief les divers aspects historiques et philosophiques des travaux de Carnot, et le docteur William Le Roy Emmet a exposé les principales découvertes et applications pratiques qui en ont été la conséquence.

M. le professeur Ch. Fabry, de la Sorbonne, spécialement invité à cette cérémonie, ayant été empêché, a fait lire une adresse dont nous donnerons le texte dans un de nos prochains numéros. R. L.

Vie scientifique universitaire

Facultés de médecine. — La première épreuve de l'examen d'aptitude aux fonctions d'agrégé aura lieu, dans toutes les Facultés, le 19 janvier prochain.

Université de Paris. — Les demandes de cours libres à autoriser pendant le second semestre (mars-juillet) devront être présentées avant le 1er février. Le nombre des leçons ne doit pas être inférieur à dix. Les dépenses auxquelles donnent lieu les cours libres restent à la charge du professeur.

— L'Université est autorisée à accepter la donation du sénateur canadien Wilson, faite au nom d'un groupe de ses compatriotes, d'une somme de deux millions de francs, pour la fondation d'une maison des étudiants canadiens (*J. off.*, 31 décembre).

Faculté des Sciences. — M. Blaise, maître de conférences, professeur sans chaire, est nommé professeur de chimie organique en remplacement de M. Haller, admis à la retraite.

M. Tiffeneau, agrégé à la Faculté de médecine, est nommé professeur de chimie (P. C. N.), en remplacement de M. Joannis, admis à la retraite.

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences physiques, le 23 décembre 1924, M. Hibben « Recherches photochimiques sur l'oxydation par l'iode ».

Le 6 janvier 1925, M. Guyot : « Effet Volta métal, électrolyse et couches monomoléculaires. »

Faculté de médecine. — Le Conseil de la Faculté connaissant le projet, soumis aux délibérations du Parlement, de créer par voie d'inscription au budget une chaire de puériculture à la Faculté, estime de son devoir de signaler à MM. les membres du Parlement et au gouvernement l'inutilité de cette nouvelle chaire qui ferait double emploi avec celle d'hygiène et clinique de la première enfance, créée en date du 20 octobre 1914 par les pouvoirs publics à l'effet d'enseigner la puériculture ; il ajoute que cette science est encore enseignée, pour les matières correspondantes, par les trois chaires d'obstétrique, par celle des maladies des enfants, par celle d'hygiène et par l'école de puériculture de la Faculté.

Institut de médecine coloniale. — La distribution des diplômes en fin d'année a eu lieu sous la présidence du médecin inspecteur Lasnet, directeur du service colonial ; soixante élèves ont suivi les cours, cinquante-trois diplômes ont été délivrés. M. le doyen Roger a rappelé les débuts de l'Institut, qui fut fondé en 1902 par les professeurs Brouardel et Blanchard et les services rendus par nos médecins coloniaux.

Faculté de pharmacie. — M. Bougault, professeur de pharmacie galénique, est nommé à la chaire de chimie analytique, devenue vacante, à la suite de la retraite du professeur Villiers.

Muséum national d'histoire naturelle. — Des leçons publiques de pisciculture et de pêche des poissons d'eau douce seront faites par le professeur Louis Roule, les dimanches à 10 h. 1/2 (Galeries de Zoologie).

18 janvier : Lamproies, Esturgeon, Anguille ; 25 janvier : Perches, Brochet, Poisson-chat, Lote, Épinoches ; 1er février : Salmonides ; 8 février : Aloses, Carpe, Tanche, Barbeau, Goujon ; 15 février : Gardons, Hotu, Brême, Ablettes, Loches.

Des leçons ont déjà eu lieu les mercredis et vendredis à 14 h. 1/2, le 7 janvier : « Principes d'une classification naturelle des Vertébrés ». Des leçons complémentaires de pisciculture auront lieu tous les matins à 10 heures, du 23 février au 7 mars.

Institut Pasteur. — Le samedi 20 décembre, dans une réunion présidée par le docteur Roux, directeur de l'Institut Pasteur, une médaille a été solennellement remise à M. Paul Strauss, sénateur de la Seine, membre de l'Académie de médecine, comme témoignage de reconnaissance pour le développement donné par lui, en qualité de ministre de l'Hygiène, aux œuvres d'hygiène sociale.

École polytechnique. — Un emploi de chef des travaux de physique est vacant. Les demandes de candidature peuvent être présentées jusqu'au 24 janvier 1925.

École centrale des Arts et Manufactures. — Un emploi de maître de conférences d'organisation des usines est déclaré vacant. Les demandes de candidature sont reçues jusqu'au 15 février.

École des Ponts et Chaussées. — Le *Journal officiel* (18 décembre 1924) publie une instruction relative au concours pour l'admission des élèves titulaires en 1925. Des majorations de points seront accordées aux candidats mobilisés lors de la grande guerre, et aux bacheliers latin-grec, latin-sciences et philosophie.

Université de Nancy. — M. Cornubert, chargé de cours de chimie, est nommé professeur.

Université de Caen. — M. Janet, professeur à la Faculté de Rennes, est nommé à la chaire de calcul différentiel et intégral, en remplacement de M. Riquier, admis à faire valoir ses droits à la retraite.

Université de Bordeaux. — Sont nommés professeurs à la Faculté de médecine : M. Duvergey (chaire des voies urinaires) ; M. Rocher (chaire de chirurgie infantile). La chaire de pathologie externe, chirurgie opératoire et expérimentale a été transformée en chaire de clinique des voies urinaires.

Digitized by Google

École supérieure du pétrole de Strasbourg. — Un décret (*J. off.*, 27 décembre 1924) décide la création, par le Ministère du Commerce, d'une École nationale des Pétroles, dont le siège est fixé à Strasbourg. On sait que l'Université de Strasbourg possède déjà un Institut du pétrole.

L'École a pour objet : 1° de former des techniciens spécialisés de l'industrie du pétrole et des combustibles liquides ; 2° de provoquer et de développer les études purement scientifiques ou techniques intéressant cette industrie.

L'administration de l'Ecole est confiée à un Conseil composé de dix-huit membres et à un directeur placé sous l'autorité de ce Conseil.

Écoles de médecine et de pharmacie. — La chaire de suppléant d'anatomie, de physiologie et d'histologie est vacante à l'École de Limoges. Un concours s'ouvrira le 25 juin 1925 à la Faculté de Bordeaux pour pourvoir à cette vacance.

Universités belges. — Pendant les vacances du nonvel an, cent cinquante étudiants des Facultés et grandes Écoles sont venus déposer des couronnes sur la tombe du Soldat inconnu français et sur la tombe du Soldat inconnu belge au Père-Lachaise.

Université libre de Bruxelles. — En même temps qu'on fêtait le cinquantenaire de la Faculté des Sciences appliquées (École Polytechnique) on inaugurait les nouveaux bâtiments du Solbosch et on posait la première pierre des maisons d'étudiants de la C. R. B. Éducation Fondation. On sait que l'Université libre a été créée grâce à la généreuse initiative des frères Solvay : les nouveaux locaux ont pu être construits avec les fonds de leur famille qui continue ses libéralités. Comme en Amérique, l'initiative privée soutient financièrement l'enseignement technique nécessaire à la prospérité matérielle du pays avec une École d'ingénieurs qui est un modèle.

Université de Buenos-Ayres. — Le recteur, docteur José Arce, est promu, par le gouvernement français, commandeur de la Légion d'honneur.

Université de Cambridge. — Le professeur de chimie Liveing, à qui l'on doit la création, en 1853, à l'Université de Cambridge, du premier laboratoire de recherches, vient de mourir à l'âge de 96 ans. On sait l'œuvre importante réalisée par les laboratoires de Cambridge, en physique comme en chimie ; il suffit de citer les noms des professeurs Sir J.-J. Thomson, Sir Dewar, Sir W.-J. Pope et Sir Rutherford.

Université de Pennsylvanie (Philadelphie). — Le titre de docteur honoraire a été conféré à MM. W. Englin, président de l'Institut Franklin ; E.-W. Rice, de la General electric company ; Sir William Bragg ; Sir Charles Parsons (l'inventeur de la turbine à vapeur) ; Zeeman ; Charles Fabry, professeur à la Sorbonne. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 15 décembre 1924

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Paul Montel.* — **Sur quelques familles complexes particulières.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *J. Haag* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les combinaisons des résultats d'observation.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *René Thiry* (prés. par M. Émile Borel). — **Le déplacement parallèle dans la géométrie de Weyl.**

MÉCANIQUE. — *B. Galerkin* (prés par M. Mesnager). — **Sur la stabilité d'une plaque uniformément comprimée parallèlement à sa surface, limitée par deux cercles concentriques et par deux rayons.**

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *P. Villard.* — **Sur la construction des électro-aimants.**

La perméabilité magnétique du fer doux tend vers l'unité lorsqu'on donne au champ magnétique des valeurs élevées. Il en résulte que la puissance d'un électro-aimant est limitée. Mais on peut étendre cette limite en utilisant du ferro-cobalt, en adoptant une forme particulière des pièces polaires et un mode d'enroulement convenable, dont M. Villard fait la description. Une étude expérimentale de ce dispositif fournirait des données d'une grande utilité pour le perfectionnement de la technique des champs magnétiques.

PHYSIQUE. — *P. Laffitte* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la propagation de l'onde explosive.**

L'onde explosive se propage d'un mouvement uniforme dans un tube de section constante ; si le diamètre augmente brusquement, l'onde explosive cesse de se propager, ainsi que l'avait montré C. Campbell. M. Laffitte vient d'établir qu'au delà, à la suite d'une nouvelle explosion, l'onde se reforme à partir d'une longueur nécessaire pour qu'une seconde période de combustion puisse se réaliser.

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch* (prés. par M. Brillouin). — **Le spectre d'étincelle du fer dans la région de Schumann.**

Les auteurs donnent un tableau des raies du fer dans la région de Schumann ; les longueurs d'onde sont connues, en valeur absolue, avec une précision de l'ordre 0,2 unités angström ; mais les différences relatives à deux raies voisines sont données avec une exactitude de l'ordre de quelques centièmes d'angström. Sur 253 raies relevées, plus de la moitié sont nouvelles. R. DONGIER.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *A Colson.* — **Sur le déplacement du maximum de solubilité et sur l'existence de solubilités constantes.**

Des déterminations calorimétriques et des mesures de solubilité du gypse dans de l'eau acidulée par NO^3H et SO^4H^2 mettent en relief des faits nouveaux, en particulier la constance de la solubilité que l'on observe dans certaines conditions, conformément à la théorie de l'auteur.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Carrière* et *E. Vilon* (prés. par M. A. Haller). — **Étude expérimentale de l'action de l'acide sulfurique sur l'oxalate de calcium.**

La courbe de l'influence de la température présente un maximum et un minimum. L'action d'un excès d'acide sulfurique se traduit par une ligne droite. On trouve que la quantité d'acide oxalique régénéré décroît quand la concentration augmente.

— *C. Fromageot* (prés. par M. J. Perrin). — **Adsorption et cataphorèse.**

Avec le charbon, les différences qui existent entre l'adsorption des acides organiques et de leurs sels montrent que l'adsorption se ferait plutôt à l'état de molécules non dissociées. La vitesse de la cataphorèse a pu être suivie avec l'ultramicroscope.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *P. Lebeau* et *P. Marmasse* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le fractionnement thermique des produits gazeux de la pyrogénation des constituants de structure des charbons bitumineux.**

Les graphiques mettent en évidence la différence des constituants entre les types vitrain ou durain ; cette publication précise certains points de la genèse des différentes houillères et apporte des renseignements nouveaux de grande portée pratique. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Ch. Depéret.* — **La classification du Paléolithique ancien aux points de vue historique et géologique.**

Digitized by Google

Il y a lieu de détacher du *Chelléen* un étage paléolithique plus ancien que les graviers de Chelles, étage à industrie et à faune plus archaïques, dont le type doit être pris dans les graviers fluviatiles de la terrasse de 30 mètres de Saint-Acheul et d'Abbeville. L'auteur propose d'appliquer à cet étage le nom de *Préchelléen*, nom qu'on peut étendre à l'ensemble des graviers de la terrasse de 30 mètres non seulement de la vallée de la Somme, mais encore d'autres grandes vallées fluviales de France et de l'étranger.

— *G. Seurat.* — **Les formations quaternaires de la Syrte mineure.**

La formation quaternaire la plus ancienne et la plus répandue dans la zone littorale du sud tunisien est une carapace de 0 m. 50 environ d'origine continentale, formée d'un grès argilo-calcaire de couleur saumon.

A l'époque de la formation de cette carapace, l'île Keneiss, les îlots Keneiss et la grande île Djerba étaient rattachés au continent.

L'auteur passe encore en revue un certain nombre de formations marines et de formations continentales subactuelles.

— *Pierre Lamare.* — **Sur la présence de granites dans les vallées de Baztan et de Bertizarana (Haute-Bidassoa) et leur signification tectonique.**

Les lentilles de granite décrites dans cette Note s'égrènent le long d'un contact anormal et représentent très probablement la liaison des racines toutes proches avec les unités tectoniques situées plus loin vers le Nord.

Doit-on rapprocher les granites de la Haute-Bidassoa des granites de la Haya ou des types pegmatiques du Labourd? Tout ce qu'on peut affirmer est que seules les pegmatites du Labourd présentent des parties aussi franchement mylonitiques.

— *G. Mouret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la géologie du Plateau d'Aigurande (Indre) et sur les dislocations des environs de Néris (Allier).**

Il existe sur le Plateau d'Aigurande deux affleurements très restreints, l'un à Boussac-les-Églises, l'autre à Falconnet. L'auteur n'a visité que le premier dont l'étude fait principalement l'objet de cette Note.

En ce qui concerne les affleurements de mylonites dans les environs de Néris, M. Mouret a constaté qu'ils ne constituent pas des affleurements isolés, mais qu'ils appartiennent à une puissante zone de fracture sur laquelle serait assis, en partie, le bassin houiller de Commentry, et que traverse la ligne ferrée, actuellement en construction, de Montluçon à Goutières.

PALÉONTOLOGIE HUMAINE. — *Ch. Depéret, Fabien Arcelin* et *Lucien Mayet.* — **Nouvelles découvertes dans le gisement préhistorique de Solutré (Saône-et-Loire).**

Il résulte de cette campagne de fouilles de 1924 la mise en évidence d'une superposition régulière, au Crot-du-Charnier, d'une série de niveaux renfermant des sépultures s'échelonnant de l'époque aurignacienne jusqu'à des temps historiques assez récents.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Maurice Lugeon.* — **Sur le surcreusement fluvial. Exemple du Rio Uruguay.**

L'auteur a pu examiner le Rio Uruguay sur une étendue d'environ 750 km. Avec l'aide de profils en long et en travers, levés sur de très grandes étendues, il est possible de montrer, dit l'auteur, que les contre-pentes rocheuses constituent un phénomène normal du profil longitudinal du fleuve.

En proportion, le surcreusement fluvial est plus considérable que le surcreusement glaciaire.

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau.* — **Sur le curieux développement d'une Algue phéosporée, *Castagnea Zosterae* Thuret.**

L'auteur a réussi des cultures de cette Algue avec exclusivement l'une ou l'autre sorte d'organes reproducteurs. Les zoospores, les plantules et le cycle de leur développement sont les mêmes pour les sporanges uniloculaires que pour les sporanges pluriloculaires.

Les zoospores de grosseur moyenne se fixent en embryospores arrondies de 9 μ. Grâce à de lentes déformations amiboïdes, la plupart des embryospores, une à deux heures après la déhiscence, ont une forme étoilée. D'autres embryospores restent arrondies, puis germent en un filament monosiphonié ectocarpoïde, simple ou ramifié, renfermant un seul chromatophore dans chaque cellule, qui produit bientôt des sporanges pluriloculaires cylindro-coniques.

— *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Évolution de l'excitabilité amylogène des plastes dans les cellules à réserves d'amidon.**

Certains plastes produisent de l'amidon pendant une période de synthèse plus ou moins prolongée. D'autres plastes restent, par suite d'un manque d'excitabilité, à l'état de plastes inactifs pendant toute la période de synthèse des premiers, et ne déclanchent leur activité amylogène que lorsque ceux-ci entrent en voie de dissolution.

PALÉONTOLOGIE. — *Sabba Stefanescu.* — **Sur la présence de l'*Elephas planifrons* et de trois mutations de l'*Elephas antiquus* dans les couches géologiques de Roumanie.**

L'*E. planifrons* est une des espèces les plus répandues dans les couches pliocènes et pléistocènes de Roumanie.

Trois mutations de l'*E. antiquus* ont été trouvées en Roumanie : *rumanus* à Tulucesti (Covurlui), *ausonius* à Colintina (Ilfov), *germanicus* à Tânganu (Ilfov).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Hérissey* (prés. par M. Guignard). — **Sur la présence d'un glucoside dédoublable par l'émulsine dans le *Baillonia spicata* H. Bn et sur les produits de dédoublement de ce glucoside.**

Il existe dans le *Baillonia spicata* H. Bn un glucoside hydrolysable par l'émulsine dont la présence a été confirmée par l'obtention, à l'état pur et cristallisé, de deux produits résultant de son dédoublement, le glucose *d* et le baillonigénol. Ce dernier est un composé lactonique, dès maintenant bien caractérisé par les propriétés qui en sont données dans cette Note.

— *P. Freundler* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur les conditions de stabilisation de l'iode chez les *L. flexicaulis*.**

L'auteur a réussi à stabiliser de trois façons différentes la teneur initiale en iode de ces Algues, à savoir : en augmentant la concentration saline, en chauffant brutalement les tissus en vase clos à 110° et en les desséchant complètement à 105°. Cette dernière expérience exclut l'hypothèse d'une intervention diastasique *directe* sur le phénomène d'accroissement de l'iode.

MYCOLOGIE. — *L. Grigoraki* (prés. par M. L. Mangin). — **Contribution à l'étude des Dermatophytes.**

Les Dermatophytes sont considérés par l'auteur comme des formes appartenant aux *Gymnoascés*. Il les divise en deux groupes. Le groupe des *Gymnoascées*, caractérisé par l'existence de périthèces, comprendra le genre *Matruchotiella* avec une seule espèce : *M. Currii* = *Trichophyton Currii* et le genre *Eidamella* avec une seule espèce : *E. spinosa*.

Le groupe des *Atelogymnoascées* comprend les Gymnoascées imparfaites, c'est-à-dire ayant perdu le pouvoir de former des périthèces.

Les Dermatophytes étudiés dans cette Note sont tous polynuclées et l'auteur crée pour eux le genre *Arthrosporia*.

PHYSIOLOGIE. — *Maurice Nicloux* et *A. Yovanovitch* (prés. par M. Widal). — **Fixation du chloroforme par le système nerveux central et les nerfs périphériques.**

Les nerfs périphériques, comme le système nerveux central, fixent le chloroforme en quantité notable ; les nerfs

Digitized by Google

présentent même cette particularité de fixer les quantités les plus élevées, et cela, aussi bien au seuil de l'anesthésie, qu'en période d'anesthésie confirmée, ou au moment de la mort.

ZOOLOGIE. — *R. Herpin* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Essaimage et développement d'un Eunicien et d'un Syllidien.**

En juillet 1924, l'auteur a assisté dans la rade de Cherbourg à un véritable essaimage d'*Eunice Harassii* Audouin et M. Edwards. L'essaimage semble impuissant à assurer une large dissémination de l'animal ; la dispersion serait principalement favorisée par la longue vie pélagique de la larve

Dans les environs de Cherbourg, la maturité sexuelle de *Syllis amica* Quatrefages se produit en fin juillet et août. La séparation des stolons paraît précéder l'essaimage de quelques jours. Le développement de *Syllis amica* se fait avec une extrême lenteur.

CYTOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur l'histo-physiologie des cellules intestinales des Ascarides du Cheval et de la Tortue.**

Le nutrocyte de l'oscaris du cheval possède un riche et dense chondriome que l'auteur a étudié par le procédé de Regaud, avec ou sans acide osmique. Il a également repris l'étude du chondriome de l'*Ascaris holoptera*.

PROTOZOOLOGIE. — *Ch. Pérard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Recherches sur la destruction des oocystes de Coccidies.**

La chaleur et la dessiccation sont les procédés de choix à employer pour la destruction des oocystes. Leur action, à des températures qui sont fréquentes en été, est intéressante en raison des applications qu'elle peut recevoir dans la prophylaxie des coccidioses.

MICROBIOLOGIE. — *Henri Stassano* (prés. par M. Roux). — **Du mode d'action de la chaleur sur les ferments lactiques dans la pasteurisation du lait.**

Les ferments lactiques survivent à la pasteurisation et l'action qui caractérise la pasteurisation, qui en mesure le degré d'efficacité selon le procédé employé, est de ralentir la vitalité des ferments lactiques, d'en atténuer l'activité chimique. Cette modification n'est pas éphémère : elle se transmet par hérédité pendant un nombre assez considérable de générations successives, tout en s'effaçant graduellement.

BACTÉRIOLOGIE. — *P. Lemay* et *L. Jaloustre* (prés. par M. L. Mangin). — **Action comparée du bismuth sur le staphylocoque, le streptocoque et le colibacille.**

Le staphylocoque cultivé sur bouillon est arrêté dans son développement par une proportion en bismuth métal comprise entre 1/400.000 et 1/500.000 alors que le streptocoque et le bacille coli poussent encore très bien pour une dilution de 1/2500. On observe pour le streptocoque un changement de forme pour les fortes proportions ; les chaînes diminuent de longueur.

Le staphylocoque se trouve être plus sensible au bismuth qu'au mercure.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *H. Labbé* et *Lavagna* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action de l'acide acétylacétique sur la nutrition azotée.**

Chez l'animal soumis à un régime alimentaire mixte, les auteurs sont parvenus à créer, par ingestion de doses modérées d'acide cétonique, un certain état d'acidose, léger mais nettement caractérisé par une série de troubles de l'équilibre acidobasique des humeurs, et, en particulier, par une augmentation régulière de l'ammoniaque excrétée, avec accroissement parallèle de l'acidité actuelle de l'urine. Aucun phénomène sensible de dénutrition n'a pu être constaté dans ce laps de temps. Peut-être la richesse relative de la ration en hydrates de carbone n'a-t-elle pas été étrangère à cette tolérance.

MÉDECINE. — *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). — **La tension superficielle et le problème du cancer.**

Le processus cancéreux s'accompagne d'une diminution de la tension superficielle du sérum et du plasma sanguin.

— *Jean Saidman* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur l'absorption des rayons ultraviolets par la peau et ses applications thérapeutiques.**

L'auteur expose dans cette Note quelques résultats obtenus avec la peau saine ou desquamée après le traitement U. V. (emploi des rayons ultraviolets), en se basant sur 300 spectrogrammes environ. Il montre qu'il y a des radiations utiles en thérapeutique, qui correspondent à une absorption sélective des cellules atteintes. Ce sont celles-ci qu'il faudra avoir dans les sources utilisées ; il y a, en outre, avantage à se débarrasser des autres radiations qui ne produiraient qu'un effet calorifique.

HYGIÈNE. — *Kohn-Abrest* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'indice de toxicité et l'utilisation de l'essence dans les automobiles.**

L'indice de toxicité des moteurs à essence paraît dépendre surtout du degré de perfectionnement du carburateur. Dans la plupart des types d'automobiles actuels, l'indice est d'environ 1 (c'est-à-dire que le volume d'oxyde de carbone dégagé est égal à celui de l'acide carbonique). Mais il existe des automobiles dont l'indice est négligeable, et démontrant, par conséquent, que la suppression de l'oxyde de carbone dans les gaz d'échappement est pratiquement possible, suppression désirable, à la fois en ce qui concerne l'hygiène et la bonne utilisation de l'essence. En attendant, il convient de réduire au minimum le fonctionnement au ralenti des moteurs débrayés dans les espaces peu ventilés et de veiller à la salubrité des garages.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Annuaire pour 1925 de l'Académie des Sciences de Paris, rédigé par Alfred Lacroix et Émile Picard, secrétaires perpétuels. 1 vol. in-18, 378 pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris.

Nous soulignons avec intérêt que cet Annuaire paraît en temps voulu ; il a été mis en livraison dès le 1er janvier 1925. Il contient les listes des membres et correspondants à la date du 15 décembre 1924 ; les listes chronologiques et un index bibliographique des membres, secrétaires perpétuels, académiciens libres, membres non résidants, membres de la division des applications de la Science à l'Industrie, associés étrangers, correspondants, présidents et vice-présidents depuis 1795 jusqu'à 1925. Dans l'index bibliographique, on a mentionné les membres au sujet desquels une notice historique a été lue à l'Académie. Un chapitre est consacré aux concours de prix et aux fondations dont dispose l'Académie.

L'avertissement historique diffère de celui des années précédentes par un complément relatif à l'origine de l'Académie des Sciences. « Un groupement libre de savants parisiens s'était formé vers le milieu du XVIIe siècle chez le P. Mersenne, où fréquentaient notamment Roberval, Descartes, Gassendi, Pascal. Ce groupe avait pris de lui-même le nom d'Académie des Sciences ; il venait de se donner un secrétaire perpétuel, Jean-Baptiste Duhamel, lorsque Colbert en fit une institution officielle, l'*Académie royale des Sciences*, et l'installa dans la bibliothèque du roi, rue

Digitized by Google

Vivienne, le 22 décembre 1666. La Compagnie ne reçut alors ni cadre, ni règlement. Elle restait libre de se recruter et de se diriger sans contrôle. Elle remplaça Duhamel par Fontenelle en 1697.

« En 1699, Louis XIV l'installa au Louvre, au-dessus de la salle dite des Cariatides, lui imposa un règlement et des cadres fixes et se réserva le privilège de nommer ses membres qui comprirent 10 honoraires, 20 pensionnaires, 20 associés, 20 élèves.

« Il se réserva aussi la nomination du secrétaire et du trésorier, celle du président pris parmi les honoraires et du vice-président pris parmi les pensionnaires ; le 10 juillet 1700, l'Académie reconnut la nécessité de créer, pour diriger ses travaux, en l'absence des président et vice-président, un directeur et un sous-directeur. Ces fonctions furent maintenues jusqu'au jour où, en 1792, l'Académie reprit le droit d'élire ses officiers. Ce jour-là, Darcet fut élu président et Laplace vice-président. Les secrétaires nommés par le roi furent : Dortous de Mairan, en 1741, en remplacement de Fontenelle ; Granjean de Fouchy, en 1743, et Condorcet, en 1785.

« En 1716, le titre d'élève fut remplacé par celui d'adjoint. Le nombre des titulaires fut réduit de 20 à 12, celui des honoraires porté de 10 à 12 et celui des associés de 20 à 24.

« Diverses modifications furent introduites dans ces dispositions en 1730, 1731, 1762, 1765 ; enfin, en 1785, sur la proposition de Lavoisier, alors directeur, un règlement nouveau fut donné par le roi qui fixa à 83 le nombre des membres ; ce règlement resta en vigueur jusqu'à la suppression des académies par la Convention de 1793. »

On sait que deux ans plus tard, en 1795, les grands corps scientifiques ou littéraires, entre lesquels aucune liaison n'avait existé auparavant, furent groupés dans l'*Institut National des Sciences et des Arts*, qui est l'origine du groupement des cinq académies qui constitue aujourd'hui l'Institut de France. R. D

L'origine dualiste des mondes et la structure de notre Univers, par M. Émile Belot, Ingénieur en chef des manufactures de l'État. Préface de M. Camille Flammarion. In-8° de 216 pages avec 50 figures. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Les théories cosmogoniques qu'on avait proposées jusqu'ici pour expliquer notre système solaire faisaient intervenir uniquement les forces d'attraction d'origine gravifique. Cependant, il est bien certain que, dans le vaste laboratoire de l'Univers, ont dû et doivent agir au moins toutes les forces dont la science humaine a constaté l'existence, et notamment les forces répulsives telles que la pression de radiation et celle que fait naître le choc. M. Belot, revenant à la méthode inductive qui a si bien réussi à Newton, s'est efforcé de mettre en évidence, expérimentalement, un certain nombre de caractères essentiels du système solaire et de chercher ensuite une synthèse susceptible de les relier et de les interpréter. Dans un bel ensemble de recherches, inaugurées en 1903, il a réussi à formuler 3 lois empiriques du système solaire : loi des distances, loi des rotations directes, loi des inclinaisons d'axes. Ces diverses lois l'ont conduit à émettre une nouvelle théorie, féconde en prévisions heureuses, la théorie dualiste et tourbillonnaire : le système solaire doit sa naissance au choc d'une étoile géante en rotation sur elle-même, sorte de protosoleil, avec une nébuleuse amorphe, douée seulement de translation.

Dans le présent ouvrage, M. Belot développe de nouvelles conséquences de sa théorie et les confronte avec les faits observés. Il montre notamment comment l'action de la pression de radiation dans la Nébuleuse primitive explique la formation des petites planètes et conduit à la loi des masses.

Le mode de condensation de l'ellipsoïde protosolaire très aplati explique la formation et la circulation des taches (Lois de Carrington et de Spörer). La pulsation du protosoleil, rapide à l'origine comme celle des Novae, s'amortit en produisant la période undécennale du Soleil. L'émission polaire des filets cométaires rend compte de toutes les particularités des comètes.

Dans le Chapitre de la Cosmogonie planétaire sont résumées les recherches précédentes de l'auteur sur la distribution des Continents et des Mers, conséquence de la translation à travers la nébuleuse du noyau terrestre dans la direction Nord de son axe. Les mouvements orogéniques discontinus seraient dus à la précipitation des zones satellitaires existant à l'origine au-dessous de la Lune.

Les satellites virtuels de Jupiter et de Saturne expliquent les bandes sombres ou brillantes de ces planètes.

M. Belot étend ensuite l'application des principes de la Cosmogonie dualiste à l'Univers sidéral en donnant une théorie nouvelle de la formation des étoiles doubles et des étoiles multiples, des amas globulaires et des nébuleuses planétaires : en assimilant la Voie lactée à une nébuleuse spirale, il précise les courants stellaires et les groupes d'étoiles dont elle se compose.

Comme le disait M. Bigourdan, en présentant l'ouvrage à l'Académie des Sciences, la théorie dualiste est « la seule qui ait pu prévoir des faits vérifiés ultérieurement » ; on n'en saurait faire un meilleur éloge et l'ouvrage de M. Belot intéressera tous ceux que tourmente le problème de l'origine et de la fin des mondes.

A. Bc.

La gamme majeure des physiciens aux musiciens. — *Essai de théorie acoustico-musicale simplifiée*, par Albert Vilar. In-8° de 56 pages, chez l'auteur, Dr Al. Vilar, à Longwy (Meurthe-et-Moselle).

Cette brochure, à la fois précise et claire, appelle l'attention sur quelques points d'acoustique parfois assez mal connus des musiciens : différence entre le dièse du physicien et celui du musicien, définitions multiples et contradictoires du comma. L'auteur propose une conception simple du comma, en accord suffisant avec les principales définitions qui ont été données des différents types de commas. Il propose également une explication intéressante de la présence, dans la gamme majeure type, des notes dont les intervalles à la tonique comportent le dénominateur 3 (*fa* et *la* dans la gamme d'*ut*) basée sur l'existence des *harmoniques graves* engendrés par certains corps vibrants et signalés par MM. Massol et Sizes.

En résumé, brochure intéressante et instructive.

A. Bc.

Traité d'analyses industrielles, par Charles Griffiths, Chef de la Section de Chimie au laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers et Lucien Lévi, ingénieur-chimiste, ancien Chef de laboratoire au Conservatoire National des Arts et Métiers. Préface de J.-F. Cellerier, directeur du laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers. In-8° de 671 pages avec 119 figures et 2 planches en couleurs. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 68 francs.

L'ouvrage que viennent de publier MM. Griffiths et Lévi offre d'autant plus d'intérêt qu'il n'est pas un tra-

Digitized by Google

vail de compilation, mais qu'il a été écrit par deux chimistes spécialisés depuis longtemps dans l'analyse exclusivement industrielle. En outre, chacun des auteurs s'est limité aux principales catégories de produits qu'il a eu à examiner et aux seules méthodes dont il s'est lui-même servi. Le lecteur ne doit donc pas s'attendre à trouver un traité complet d'analyses : MM. Griffiths et Lévi en restant dans leurs domaines respectifs ont été beaucoup mieux inspirés que s'ils avaient publié des méthodes analytiques qu'ils n'auraient pas expérimentées eux-mêmes.

M. Griffiths a traité l'analyse des combustibles solides, liquides et gazeux, des métaux et alliages, des huiles et graisses employées comme lubréfiants et des principales peintures.

M. Lévi s'est occupé des produits organiques d'origine végétale, des textiles et des engrais.

Les auteurs ont confié à M. J. Voisin l'exposé de l'analyse des métaux précieux et de leurs alliages.

MM. Griffiths et Lévi indiquent minutieusement les multiples opérations que comporte une analyse industrielle qui, sans exiger la précision absolue de l'analyse purement scientifique, doit cependant présenter une exactitude d'autant plus rigoureuse que l'industrie actuelle ne saurait plus, comme jadis, se contenter de résultats plus ou moins approximatifs, et, de plus en plus, il en sera ainsi, à mesure que sera mieux connu le rôle de chacun des éléments qui entrent dans la composition des produits susceptibles d'une application industrielle.

Les auteurs ont fait œuvre utile en donnant aux chimistes des usines un manuel écrit spécialement pour eux, et dans lequel ceux-ci n'auront pas, pour l'analyse d'une substance à chercher, entre vingt méthodes, celle qui est la meilleure pour parvenir au résultat définitif.

L. Franchet.

Blanchiment, teinture, impression, apprêts, par P. Lederlin, administrateur de la Blanchisserie et teinturerie de Thaon-les-Vosges. In-8°, de 539 pages avec 145 figures. (*Encyclopédie de Chimie industrielle*). J.-B. Baillière et Fils. Paris. — Prix : 35 fr.

Cet ouvrage n'est pas un traité complet, mais bien une intéressante monographie de l'état actuel des industries du blanchiment, de la teinture, de l'impression et des apprêts, considérées surtout au point de vue du traitement des fils et étoffes de coton, sauf en ce qui concerne le blanchiment et l'impression qui sont étudiés également dans leurs applications à la soie, à la laine et aux tissus mélangés. Il sera lu avec profit par les jeunes chimistes désireux de se préparer à la pratique de ces industries. Les spécialistes le consulteront également avec intérêt, car ils y trouveront à la fois d'utiles indications techniques et des données théoriques qu'il est indispensable de ne jamais perdre de vue, en raison de la complexité des phénomènes sur lesquels sont fondés les procédés de la teinture et du blanchiment.

L'auteur, dont la compétence spéciale est depuis longtemps reconnue dans les milieux scientifiques et industriels, a su exposer très clairement les multiples sujets dont il traite. La première partie de l'ouvrage (89 pages), est consacrée au blanchiment, la seconde à la teinture (258 pages); dans celle-ci, des chapitres spéciaux sont réservés à la classification et aux propriétés des colorants. Le matériel de la teinture a été l'objet d'une description détaillée car, dans cette industrie, le travail tend de plus en plus à devenir purement mécanique. L'impression est traitée dans la troisième partie qui compte 139 pages, tandis que ce qui concerne les apprêts est exposé dans les 28 pages constituant la quatrième partie de ce livre, qui intéressera certainement tous les chimistes curieux de connaître les grands progrès accomplis dans un groupe d'industries fort importantes pour la prospérité nationale.

A. B.

Qu'est-ce que la suggestion? (Exposé historique et critique. Introduction à la Psychologie de la Suggestion et de l'Autosuggestion), par C. Baudouin. In-16 de 144 pages. Éditions Delachaux et Niestlé S. A. Paris. — Prix : 6 fr.

Après une critique détaillée des théories de la Suggestion proposées jusqu'à ce jour, l'auteur, en fidèle disciple de l'école de Nancy, s'efforce de la ramener à l'autosuggestion normale, en faisant abstraction des facteurs affectifs et interpsychiques, il la définit « la réalisation subconsciente d'une idée ». Définition qui est certes préférable aux autres, mais qui prête encore à discussion : le terme « idée » est bien vague; et quelles sont les limites de la réalisation ? l'incubation d'une passion, la maturation d'une théorie, est-ce de la suggestion ? Sans doute trouvera-t-on ces précisions dans la nouvelle édition du Traité auquel cette brochure doit servir d'introduction.

R. T.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Albert Aftalion. — L'industrie textile en France pendant la guerre. In-8° de 264 pages. Presses universitaires, Paris. — Prix : 20 francs.

Porchet. — L'électricité à la campagne. Distribution. Utilisation. In-16 de 150 pages avec figures (*Encyclopédie des connaissances agricoles*). Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Louis de Launay. — La Terre, sa structure et son passé. In-16 de 152 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

R. Guyon. — Essai de métaphysique matérialiste. In-16 de 180 pages. Costes, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr. 75.

Ch. Griffiths et *L. Lévi.* — Traité d'analyses industrielles. In-8° de 671 pages avec 119 figures et 2 planches. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 68 francs.

Arthur Bulleid. — The Lake villages. In-16 de 78 pages avec figures (*The somerset folk series*, n° 16). Folk press limited, 15, Ranetagb road, London, S. W. 1. — Prix : 2 sh.

C. T. Kingzett. — Chemical encyclopœdia. A digest of chemistry and chemical industry. 3e édition. In-8° de 606. Baillière, Tindall and Cox, éditeurs, London. — Prix : 30 sh.

J. Ottenheimer. — La Balistique extérieure. In-16 de 198 pages avec 46 figures (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XVe)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 2 — 67e ANNÉE — 24 JANVIER 1925

LE CANCER DES PLANTES

Il n'est pas, en pathologie, de problème plus obscur que celui du cancer. Tandis qu'à la suite de l'impulsion féconde donnée par Pasteur, les bactériologistes multipliaient les découvertes et démontraient l'origine microbienne de la plupart des maladies humaines et animales, le cancer restait réfractaire à leurs efforts répétés. Devant l'impossibilité de mettre en évidence un microorganisme capable de provoquer cette maladie, un grand nombre de spécialistes renonçaient à croire à sa nature parasitaire. Quelques-uns pourtant, au premier rang desquels il convient de citer, en France, M. Borrel, sans se laisser rebuter par les difficultés du sujet, accumulaient, à défaut de preuves décisives, des présomptions favorables à l'hypothèse de l'origine infectieuse du cancer. Des recherches de pathologie végétale, commencées en Amérique, en 1907, par M. Erwin F. Smith, ont apporté à la doctrine qu'ils soutiennent des arguments de la plus grande valeur.

Le cancer chez les plantes. — Il existe, en effet, chez les plantes, des tumeurs offrant tous les caractères essentiels des cancers de l'homme et des animaux, et dont M. Erwin Smith a démontré, par des expériences cruciales, l'origine microbienne. Ces tumeurs sont désignées par les Américains sous le nom de « crown-gall » (galle de la couronne), parce qu'elles siègent souvent à la « couronne » ou au collet de la plante, c'est-à-dire à l'union de la tige et de la racine. Toutefois, cette localisation est loin d'être constante, et les autres parties de la plante, racine, tige ou feuilles, peuvent être atteintes aussi bien que le collet.

Les « crown-galls » se présentent le plus souvent sous forme d'énormes excroissances irrégulières, mamelonnées, bourgeonnantes (fig. 30, 31, 32), qui rappellent à s'y méprendre l'aspect en chou-fleur des cancers humains végétants. L'étude de la structure et du développement de ces formations montre qu'il ne s'agit pas là seulement d'une ressemblance superficielle, mais bien d'une homologie profonde. Comme le cancer, le crown-gall résulte de la prolifération exagérée de cellules jeunes, peu différenciées, semblables à celles dont les divisions assurent, à l'état normal, la régénération et la croissance des tissus. Les cellules accumulées qui le constituent, restent, comme celles des cancers, de petite taille, à cytoplasme dense, à noyau volumineux; leur différenciation en éléments adultes est limitée et imparfaite (fig. 33). L'insuffisance de la vascularisation est encore un caractère qui rapproche le crown-gall du cancer; elle entraîne, dans un cas comme dans l'autre, la nécrose, la mortification du tissu de la tumeur; mais cette nécrose reste toujours partielle et n'aboutit pas à la destruction complète de la tumeur : à côté des lobes qu'elle fait disparaître, d'autres bourgeonnent et croissent sans cesse, si bien que le développement du néoplasme ne prend fin qu'avec la vie du sujet qui le porte.

Les crown-galls, en effet, aussi bien que les cancers, ne sont pas, à la différence des tumeurs dites bénignes, isolés des tissus environnants

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

par une barrière de tissus squelettiques. Ce sont des tumeurs envahissantes, qui pénètrent et détruisent indistinctement tous les tissus qui les entourent. La zone d'envahissement offre dans les

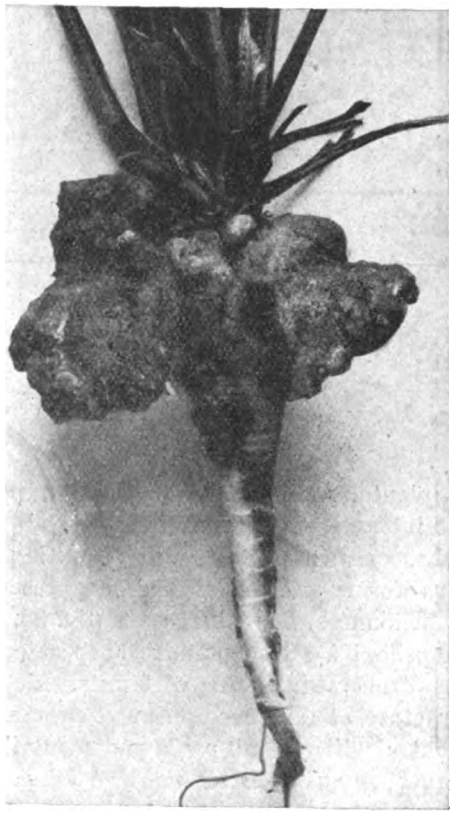


Fig. 30. — Tumeur de Betterave due au *Bacterium tumefaciens*. Plante photographiée trois mois après l'inoculation. Réduit d'un tiers. D'après J. Magrou (*Ann. Institut Pasteur*, t. XXXVIII, n° 10, oct. 1924).
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

deux cas un aspect microscopique identique : dans le crown-gall, comme dans le cancer, on voit les petites cellules de la tumeur former des cordons qui s'insinuent, en les écartant, entre les grandes cellules différenciées des parenchymes normaux (fig. 34).

Mais le caractère qui rapproche le plus le crown-gall du cancer humain ou animal est l'existence de tumeurs secondaires, développées à distance du néoplasme primitif, dont elles reproduisent la structure. On sait que dans les tumeurs du règne animal, de petits groupes de cellules tumorales, entraînées par la circulation lymphatique ou sanguine, peuvent émigrer dans des organes plus ou moins distants. Là, ces cellules prolifèrent, donnant naissance à des tumeurs secondaires ou métastases qui reproduisent, en la caricaturant (selon l'image expressive de M. Masson), la structure de l'organe où la tumeur primitive a pris naissance. C'est ainsi qu'un cancer secondaire de l'estomac, développé dans le foie, reproduira la structure de l'estomac, plus ou moins déformée, mais bien reconnaissable.

Il en est de même dans le crown-gall : on observe parfois, à plus ou moins grande distance de la tumeur primitive, des noyaux secondaires qui en reproduisent la structure ; une métastase dans une feuille d'une tumeur de tige, par exemple, offrira une structure de tige incontestable (fig. 35). Les tumeurs secondaires, qui peuvent se former au-dessus ou au-dessous du foyer primitif, sont reliées

Fig. 31. — Tumeurs de Betterave dues au *Bact. tumefaciens*. Plante photographiée trois mois après l'inoculation. Réduit de moitié. D'après Magrou (*loc. cit.*).
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

à ce dernier par des cordons délicats de cellules tumorales.

Ajoutons d'autre part que les crown-galls d'une espèce végétale donnée, tout comme les cancers, peuvent être greffés sur des individus de la même

Digitized by Google

espèce et qu'enfin ils provoquent, chez les plantes qui en sont atteintes, un dépérissement comparable à la cachexie cancéreuse, et entraînant souvent la mort du végétal ou tout au moins du rameau qui porte la tumeur.

On voit, par cette brève énumération, que les caractères du crown-gall sont exactement superposables à ceux du cancer humain ou animal. Dans l'ignorance où l'on est de la cause de ce dernier, on ne saurait le définir que par son histogenèse, sa structure et son évolution. Or, ainsi comprise, la définition du cancer s'applique trait pour trait au crown-gall ; il n'y a donc aucune raison pour ne pas considérer celui-ci comme un véritable cancer des plantes.

Origine bactérienne du cancer des plantes. — D'ailleurs, avant la découverte fondamentale de M. Erwin Smith, la cause du crown-gall pouvait sembler aussi mystérieuse que celle du cancer même. Dans le tissu de ces néoplasmes végétaux, non plus que dans les tissus cancéreux des animaux l'examen microscopique le plus minutieux, aidé des techniques de coloration les plus perfectionnées, ne permet de déceler la présence d'aucun microbe auquel on en pourrait attribuer la formation.

Fig. 32. — Tumeur de Betterave due au *Bact. tumefaciens*. Plante photographiée trois mois et onze jours après l'inoculation. Réduit de moitié. D'après Magrou.

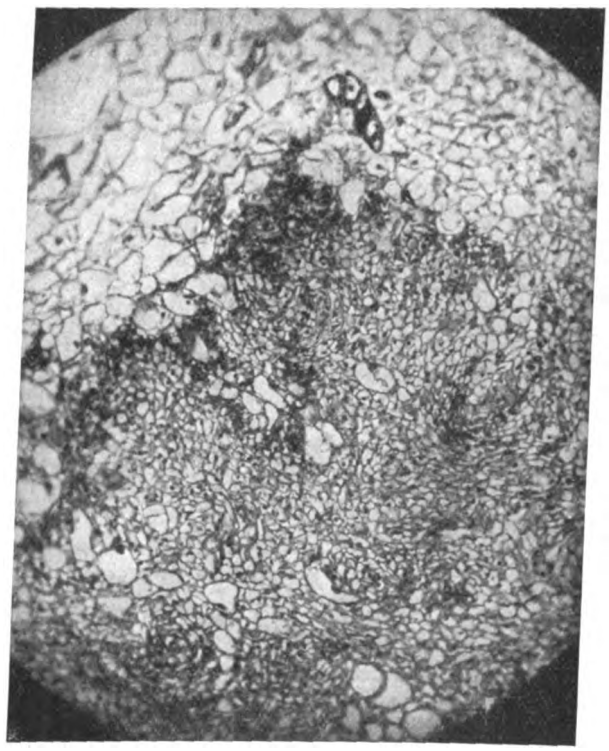


Fig. 33. — Aspect microscopique d'une coupe pratiquée dans la région marginale d'une tumeur expérimentale de *Pelargonium*, due au *Bacterium tumefaciens*. Le tissu tumoral, formé de petites cellules, pousse des digitations dans l'écorce, située en haut de la figure, et formée de grandes cellules. Grossi 88 fois. D'après Magrou.

(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière).

Mais ici, les méthodes bactériologiques créées par Pasteur se sont montrées plus fécondes que dans le cas du cancer. En semant, sur les milieux de culture utilisés couramment en bactériologie, des fragments de tissus prélevés aseptiquement dans la profondeur de galles de la couronne développées sur diverses plantes, M. Smith a obtenu le développement d'une bactérie qui, inoculée à l'état de culture pure aux plantes sensibles, a provoqué la formation de tumeurs semblables au crown-gall spontané (1). Cette bactérie, appelée *Bacterium tumefaciens*, produit à coup sûr des tumeurs chez un très grand nombre de plantes, réparties en une

(1) Erwin F. Smith, An Introduction to Bacterial Diseases of Plants, 1 vol. (Philadelphie et Londres), 1920. Le lecteur trouvera dans cet ouvrage la liste des publications antérieures de M. Smith sur le cancer des plantes.

Digitized by Google

trentaine de familles (1). M. Smith a obtenu un nombre immense de ces tumeurs expérimentales, dont il a publié de nombreuses photographies macroscopiques et microscopiques. Ses expériences démontrent, de façon irréfutable, que le cancer des plantes est bien une maladie microbienne.

Lorsque ces résultats furent communiqués pour la première fois aux médecins et aux spécialistes du cancer, ils furent accueillis avec scepticisme. M. Smith rapporte qu'en 1909, après la lecture de sa première communication à l'Association américaine pour l'étude du cancer, le dialogue suivant s'engagea entre un de ses contradicteurs et lui : « Les tumeurs des plantes que vous nous présentez sont fort intéressantes, mais n'ont rien de commun avec le cancer ». — « Pourquoi ? » — « Ce sont, n'est-il pas vrai, des tumeurs d'origine microbienne? — Oui. — Eh bien ! le cancer n'est pas une maladie microbienne. »

D'autre part, M. Smith, ayant adressé, au début de ses recherches sur le sujet, une note à un périodique médical allemand, ce dernier refusa de l'insérer, sous prétexte qu'il s'agissait d'un écrit « trop botanique ».

(1) Parmi les plantes sensibles, citons : l'*Anthemis frutescens*, l'*Helianthus annuus* (Soleil), le Souci, la Tomate, la Pomme de terre, le Tabac, le Chou, le Choufleur, le Navet, le Radis, la Betterave, la Carotte, la Vigne, le Trèfle, le Pois, le Pêcher, l'Amandier, le Framboisier, le Pommier, le Poirier, l'Œillet, le Houblon, le Citronnier, le Noyer, le Peuplier, le Ricin, etc., etc.

Les temps sont heureusement changés, et s'il est encore des médecins qui reproduisent les objections des contradicteurs de la première heure, d'autres, en revanche, ont compris l'immense portée de ces recherches de pathologie végétale, et entrevu la lumière qu'elles peuvent apporter dans la question obscure du cancer humain et animal.

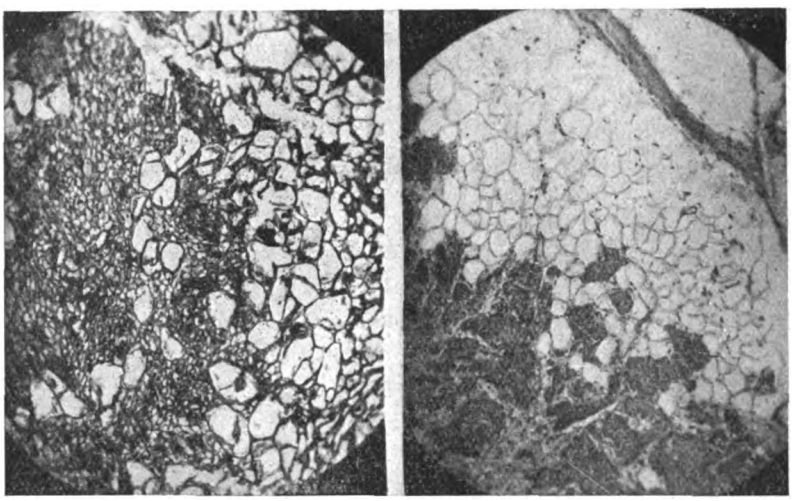


Fig. 34. — Coupes histologiques montrant l'identité de structure du cancer des plantes et du cancer humain. A gauche, cancer du *Pelargonium* envahissant l'écorce : les petites cellules néoplasiques forment des cordons qui s'insinuent entre les grandes cellules du parenchyme cortical. A droite, cancer du sein envahissant la graisse : les petites cellules néoplasiques forment des cordons qui s'insinuent entre les grandes cellules du tissu adipeux. Grossi 58 fois. D'après Magrou.
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière).

A Paris, M. le professeur Gosset a annexé à sa clinique chirurgicale de la Salpêtrière un laboratoire de botanique, destiné à l'étude du cancer végétal. Grâce à cette initiative, nous avons pu, pour la première fois en France, répéter les expériences de M. Erwin Smith et obtenir chez diverses espèces végétales un grand nombre de tumeurs, qui constituent un champ d'investigation précieux pour l'étude expérimentale du cancer (1).

Le « Bacterium tumefaciens ». — Le *Bacterium tumefaciens*, agent du cancer des plantes, est un petit bâtonnet mobile, qui se développe, sur les gelées nutritives couramment employées par les bactériologistes, sous forme de colonies circulaires, blanches, luisantes, légèrement translucides. La technique d'inoculation est des plus simples ; il suffit de toucher avec une aiguille flambée une culture pure de *Bacterium tumefaciens* et de piquer avec cette aiguille chargée de germes la plante à

(1) J. Magrou, *Rev. de pathol. comparée*, 1924 ; — *Revue de pathol. végétale et d'entomol. agric.*, t. XI, fasc. 1, 1924, p. 73 ; — *Ann. Institut Pasteur*, t. XXXVIII, n° 10, oct. 1924, p. 851.

Digitized by Google

inoculer, pour voir se développer presque à coup sûr une tumeur. L'expérience a été faite, avec un succès constant, sur des *Pelargonium* (fig. 36, 37), (géranium cultivé), des Betteraves (fig. 30, 31, 32),

Fig. 35. — Coupe transversale d'une feuille d'*Anthemis frutescens* portant une « métastase » d'une tumeur de la tige. Au milieu de la feuille, dont on reconnaît la symétrie bilatérale, on voit la tumeur qui offre la structure d'une tige, avec ses faisceaux libéro-ligneux disposés symétriquement par rapport à un axe. D'après E.-F. Smith.

des Ricins (fig. 38), des Tomates. Quinze à vingt jours environ après la piqûre, on voit se développer, aux points d'inoculations, de petites saillies verruqueuses, qui augmentent rapidement de volume et arrivent en peu de temps à former d'énormes tumeurs. Si l'inoculation a été faite à l'aisselle d'une feuille, dans un bourgeon dormant, la tumeur qui en résulte porte des feuilles, des rameaux, des racines et même des fleurs bien développés ou, plus souvent, restés à l'état d'ébauches (fig. 39 et 40). M. Smith, qui a fait une étude approfondie de ces galles couvertes de rudiments d'organes, les compare aux tumeurs humaines ou animales dites embryomes ou tératomes ; ce sont des tumeurs dans lesquelles on trouve des organes ou des tissus bien développés tels que des dents, des poils, du tissu nerveux, des os, des cartilages, etc. La formation, au sein d'une tumeur, de ces organes aberrants, tient à la présence, parmi les cellules aux dépens desquelles se développe le néoplasme, d'éléments à potentiel multiple (1), capables de reproduire, par leurs divisions répétées, telle ou telle partie de l'animal ou de la plante.

L'évolution de ces diverses tumeurs expérimentales s'est faite suivant le mode décrit par M. Smith ; elle rappelle de très près l'évolution des tumeurs cancéreuses humaines. Au bout d'un temps plus ou moins long, certaines d'entre elles ont présenté une nécrose plus ou moins étendue ; mais presque toujours, à côté des lobes détruits, on voyait apparaître et proliférer de nouveaux bourgeons néoplasiques, assurant à la tumeur un développement indéfini. Si l'on coupe les excroissances avec un instrument tranchant, leur développement n'en est pas arrêté pour cela, et de nouvelles tumeurs ne tardent pas à apparaître sur la surface de section ; on sait de même que les cancers humains « récidivent » à la suite d'une ablation chirurgicale insuffisante. Enfin, la santé générale de la plante s'est souvent montrée plus ou moins profondément altérée sous l'influence de la tumeur ; quelques-unes des plantes en expérience présentaient un état de dépérissement analogue à la cachexie cancéreuse (fig. 41).

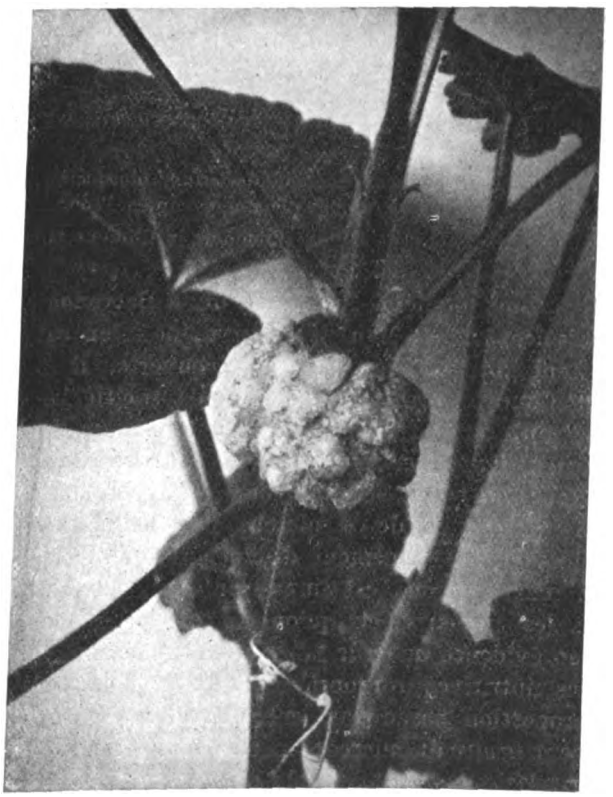


Fig. 36. — Tumeur de la tige chez le *Pelargonium* ; plante photographiée deux mois et sept jours après l'inoculation du *Bacterium tumefaciens*. Grandeur naturelle. D'après Magrou.

(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

Ces expériences confirment point par point les nombreux et remarquables résultats de M. Smith, qui, d'ailleurs, avaient déjà été reproduits par de nombreux expérimentateurs, tant en Amérique qu'en

(1) Cellules nodales de Bard.

Digitized by Google

Europe (1). Il est donc bien établi que des tumeurs végétales ayant tous les caractères du cancer du règne animal sont provoquées par une bactérie. Par là se trouve confirmée, en ce qui concerne le règne végétal, l'hypothèse de M. BORREL sur l'origine parasitaire du cancer.

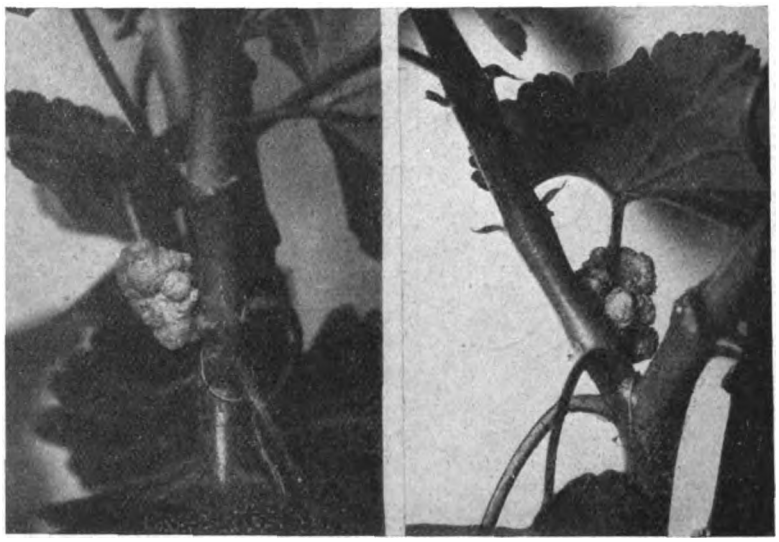


FIG. 37. — Tumeur due au *Bacterium tumefaciens*, développée sur une feuille de *Pelargonium*. Plante photographiée deux mois après l'inoculation. Réduit d'un tiers. D'après Magrou. (Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière).

Mécanisme physique de l'action du « Bacterium tumefaciens ». — Mais M. SMITH ne s'en est pas tenu à cette importante découverte. Il a estimé que le problème n'était qu'à moitié résolu, tant que restait ignoré le mécanisme par lequel le *Bacterium tumefaciens* agit sur les tissus de son hôte pour en provoquer l'hyperplasie. Le développement de ce microbe chez les plantes atteintes est extrêmement discret, puisque l'examen microscopique est impuissant à le déceler dans les tumeurs, et qu'on ne l'y peut mettre en évidence qu'en le faisant multiplier sur des gelées nutritives appropriées. Il existe donc une disproportion paradoxale entre l'infime développement *in vivo* du microorganisme, et l'ampleur des hyperplasies qu'il est capable de provoquer. On en pouvait conclure que les bactéries agissaient par la sécrétion d'une toxine, ou de tout autre substance chimique de nature inconnue, mais cette explication, qui consistait à invoquer, pour rendre compte d'une propriété mystérieuse, l'action d'une substance non moins mystérieuse, était peu satisfaisante. Les tumeurs résultant d'une multiplication cellulaire excessive, tout le problème se réduit à connaître la cause qui détermine l'exagération du pouvoir de prolifération, propriété normale de la cellule.

M. SMITH se demanda si, parmi les produits du métabolisme du *Bact. tumefaciens*, il n'y en aurait pas qui pourraient avoir une action de cet ordre. Il analysa les liquides nutritifs où s'était développé ce microorganisme, et essaya l'action sur les plantes des diverses substances chimiques révélées par l'analyse. Il réussit, avec plusieurs d'entre elles, à produire des excroissances présentant quelques-unes des anomalies de structure caractéristiques des crown-galls. Assurément, on ne pouvait s'attendre à voir apparaître en pareil cas des tumeurs à croissance indéfinie, comme il arrive lorsque les substances actives sont sécrétées de façon continue, à l'intérieur des cellules, par des bactéries, mais les résultats n'en furent pas moins frappants. C'est ainsi qu'en inoculant, dans des tiges creuses de ricin, diverses substances chimiques, M. SMITH obtint, sans l'intervention d'aucun microorganisme, des tumeurs à structure de tige, très comparables aux cordons tumoraux qui unissent les tumeurs primitives aux métastases.

Les substances capables de produire de tels effets sont très variées : M. SMITH a essayé avec succès des sels ammoniacaux, des amines, des aldéhydes, des acides tels que l'acide acétique et l'acide formique. Ce n'est donc pas par leur nature chimique qu'elles agissent, mais bien par un mé-

(1) Notamment, en Danemark, par M. JENSEN ; en Bohême, par M. PEKLO.

Digitized by Google

canisme physique, qui doit être le même dans tous les cas, et que M. Smith a tenté de préciser.

Il a constaté que les agents chimiques n'étaient pas seuls capables de produire des hyperplasies en l'absence de microorganismes; divers facteurs

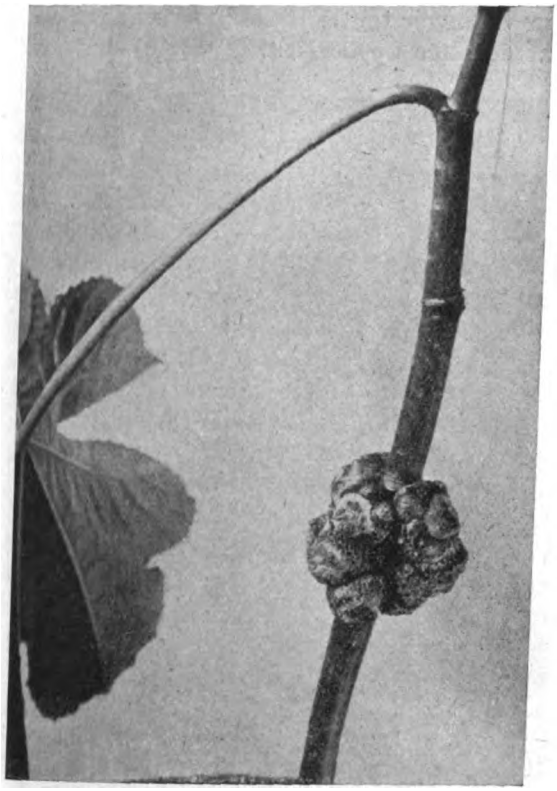


Fig. 38. — Tumeur du Ricin due au *Bacterium tumefaciens*. Plante photographiée un mois et vingt-six jours après l'inoculation. Réduit de moitié. D'après Magrou.
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

physiques : gelure légère, irritation mécanique, excès d'arrosage dans une atmosphère confinée, demi-asphyxie par applications de vaseline, etc., peuvent agir dans le même sens. Qu'il s'agisse d'actions chimiques ou physiques, la multiplication nucléaire ou cellulaire exagérée qui aboutit à la formation d'hypertrophies ou d'hyperplasies est la conséquence d'une perte d'eau, qui entraîne une augmentation de la concentration et de l'acidité de la sève cellulaire. La demi-asphyxie des tissus joue aussi un rôle en provoquant une paralysie partielle du cytoplasme, qui a pour effet d'accroître la perméabilité de la membrane protoplasmique. La multiplication cellulaire, en augmentant la surface d'absorption de l'oxygène, apparaît d'ailleurs comme un moyen de lutter contre l'asphyxie.

Le même mécanisme physico-chimique peut être invoqué pour expliquer le mode de formation des tumeurs parasitaires dues au *Bacterium tumefaciens*, ce germe déversant dans les cellules des produits acides qui augmentent à la fois la concentration moléculaire et l'acidité de la sève cellulaire.

Il est remarquable que plusieurs des agents physico-chimiques par lesquels M. Smith a obtenu des tumeurs sans l'intervention de microorganismes sont les mêmes qui ont permis à Jacques Lœb, à Delage et à d'autres expérimentateurs de provoquer le développement d'œufs en l'absence de spermatozoïdes. Il est donc vraisemblable que le même mécanisme est mis en œuvre dans toute division cellulaire, que cette division porte sur un œuf, capable de donner un être nouveau, ou sur une cellule indifférenciée de l'organisme, dont la multiplication produira une tumeur. Le problème du cancer, ou plus généralement, l'énigme de la division cellulaire, se réduit en dernière analyse à la recherche de ce mécanisme, probablement unique,

Fig. 39. — Tumeur (tératome) du *Pelargonium*, portant des pousses feuillées plus ou moins développées. Plante photographiée trois mois et dix-huit jours après l'inoculation. Grandeur naturelle. D'après Magrou.
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

quelle que soit la diversité des facteurs capables de le déclencher (spermatozoïde, microbes, excitation chimique, physique ou mécanique).

Digitized by Google

Radiations et caryocinèses. — J'avais suggéré naguère que l'agent capable de provoquer la division caryocinétique des cellules pouvait être de nature vibratoire (1). Cette conception se rattache aux vues de M. Jean PERRIN sur les causes des transformations de la matière. On sait que, selon M. PERRIN, toute dislocation de la matière, qu'il s'agisse des dislocations superficielles telles que les dissolutions, des ruptures de valences entraînant les réactions chimiques, ou des dislocations des noyaux atomiques qui caractérisent la radio-

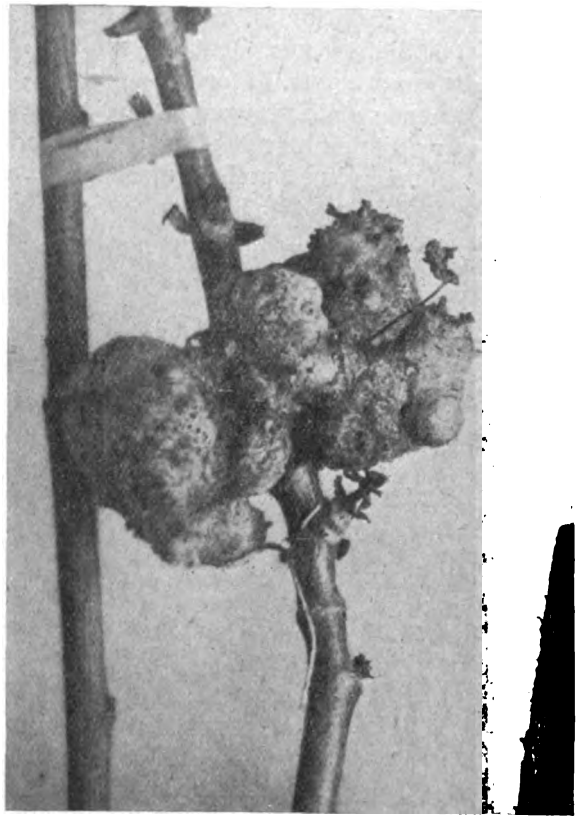


FIG. 40. — Tumeur (tératome) du *Pelargonium*, portant de nombreuses pousses feuillées (visibles au mieux sur la partie supérieure et droite de la figure). Plante photographiée cinq mois et douze jours après l'inoculation. Grandeur naturelle. D'après Magrou.
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

activité, est provoquée par les vibrations qui constituent la lumière visible ou invisible (2). Chaque dislocation est « accordée » à une lumière de fréquence déterminée, d'autant plus grande que l'édifice à disloquer est plus cohérent.

Une théorie aussi générale, capable de rendre compte de toutes les transformations dont la matière est le siège, doit pouvoir s'appliquer à la matière vivante, et M. PERRIN n'a pas manqué de faire entrevoir toutes les conséquences qui découlent de cette application. On est conduit par

FIG. 41. — Tumeur de Betterave due au *Bacterium tumefaciens*, photographiée trois mois après l'inoculation. Remarquer l'état de cachexie de la plante. Grandeur naturelle. D'après Magrou.
(Cliché de la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière.)

là à supposer que les dislocations des centrosomes et de la chromatine qui aboutissent à la division caryocinétique des cellules sont provoquées par des radiations lumineuses, appartenant ou non au spectre visible. Si l'on observe que la figure de

(1) J. MAGROU, Essai sur l'étiologie du cancer, leçon faite à la Clinique chirurgicale de la Salpêtrière (22 déc. 1922), publiée par la *Presse médicale* (n° 25, du 28 mars 1923).

(2) Jean PERRIN, *Ann. de Physique*, 1919 ; *Revue du Mois*, février 1920 ; *Scientia*, nov. 1921.

Digitized by Google

caryocinèse évoque d'une manière frappante un phénomène vibratoire, avec ses deux nœuds coïncidant avec les centrosomes et son ventre qui correspond précisément à la zone de dislocation de la chromatine, on n'a pas de peine à imaginer que la cellule se comporte comme un résonateur, entrant en vibration, autrement dit en caryocinèse, sous l'influence d'une radiation de fréquence convenable (1).

Des expériences récentes ont fourni la démonstration de cette vue théorique. M. GURWITSCH a montré, en effet, que les tissus embryonnaires végétaux et animaux émettent un rayonnement capable de provoquer par induction des caryocinèses dans un autre tissu en voie de croissance (2). Le principe de l'expérience est des plus simples : à un centimètre de la pointe d'une racine, on place un tissu animal ou végétal jeune, en voie de croissance (jeune têtard vivant, méristème d'une plante, ou émulsions fraîchement préparées de ces tissus animaux ou végétaux). Au bout d'un certain temps, on fait des coupes longitudinales en série dans la pointe de racine soumise à l'expérience ; on y dénombre les figures de caryocinèse, et on constate qu'elles sont notablement plus nombreuses dans le côté qui était exposé à l'induction. Par l'étude des propriétés de ce « facteur mitogénétique » irradiant à partir de certains tissus vivants, M. GURWITSCH est parvenu à fixer sa position dans le spectre total au delà de l'ultra-violet.

Radiations et néoplasmes. — Partant de là, on peut se proposer, pour apprécier le rôle éventuel de la lumière dans la genèse des néoplasmes, d'explorer toute l'étendue du spectre et de chercher si, dans cette gamme immense de radiations qui va, sur une étendue de plus de 50 octaves, des ondes électriques aux rayons X et aux rayons γ, il n'y en aurait pas qui fussent capables d'exciter les divisions cellulaires, et, par là, d'agir sur le développement des tumeurs. Cette exploration a déjà été réalisée en quelques points et a donné des résultats favorables à l'hypothèse qui nous guide. Nous allons passer en revue quelques-uns d'entre eux, en examinant successivement plusieurs régions du spectre total, depuis les radiations de très grande fréquence (rayons γ et rayons X), jusqu'aux radiations de fréquence faible (ondes électriques).

(1) Rappelons que d'après M. BOHN (*La Forme et le Mouvement*, 1 vol., Paris, 1920), un grand nombre des aspects que nous révèle la morphologie des êtres vivants traduisent extérieurement les mouvements vibratoires ou tourbillonnaires dont ces organismes sont le siège.

(2) A. GURWITSCH, *C. R. Soc. de Biol.*, t. XCI, 14 juin 1924, p. 87.

Rayons γ et rayons X. — L'action, sur les tumeurs, des rayons X et des rayons γ du radium est bien connue. On sait que ces rayons, convenablement appliqués, ont la propriété de détruire les tissus cancéreux, tout en laissant indemnes les tissus normaux qui avoisinent les tumeurs. Cette propriété est communément utilisée pour le traitement du cancer. On sait d'autre part que les cellules cancéreuses sont d'autant plus sensibles à l'action du radium et des rayons X qu'elles sont moins différenciées, plus voisines du type embryonnaire, en un mot, plus aptes à se diviser. Si l'on cherche à se rendre compte du mécanisme d'action de ces rayons en examinant des cancers prélevés peu de temps après l'irradiation, avant leur guérison complète, on constate, comme l'ont fait MM. LACASSAGNE et O. MONOD, que, dans ces cancers, le nombre des caryocinèses est prodigieusement accru (1). Par la suite, ces caryocinèses avortent, et les cellules qui avaient ainsi ébauché leur division sont vouées à la mort, ce qui entraîne en définitive la résorption de la tumeur. Ces observations montrent que le radium agit, d'une manière en quelque sorte paradoxale, en provoquant d'abord, dans les tissus cancéreux, une activité caryocinétique exagérée.

Il est bien connu d'ailleurs que les corps radioactifs sont capables, en bien des circonstances, de provoquer ou de favoriser la segmentation des cellules. M. BOHN (2) a obtenu la parthénogénèse expérimentale chez des œufs d'Oursin en les exposant au rayonnement d'une faible quantité de radium. On sait, par de nombreuses expériences dues à divers auteurs (3), que les corps radio-actifs (ou les rayons X), employés à faibles doses, favorisent la segmentation des œufs, la germination des graines, la croissance des plantes, alors qu'à fortes doses, ils entravent ces mêmes phénomènes. On pouvait donc se demander si ces rayonnements, qui, à forte dose, détruisent les cancers, ne seraient pas capables, employés à faible dose, de provoquer ou de favoriser leur croissance. Il semble, d'après des observations et des expériences de M. Lazarus BARLOW, qu'il en soit bien ainsi. M. BARLOW a constaté que les calculs extraits de vésicules biliaires cancéreuses étaient légèrement radioactifs, tandis que les calculs extraits de vésicules non cancé-

(1) A. LACASSAGNE et O. MONOD, *Arch. franc. de Path. gén. et expér., et d'Anat. path.*, 1922, fasc. 1.

(2) Cité par M. SLUYS (*Le Cancer, Journal belge d'études cancérologiques*, 15 mars 1921, p. 143).

(3) Entre autres, MM. AVERSENQ, DELAS, JALOUSTRE et MAURIN ; M. PICADO, M. KOMURO. Ce dernier a constaté, dans des germinations de Fève irradiées par les rayons X, des altérations cellulaires ressemblant à celles qui caractérisent les cancers (*Botanical Gazette*, t. LXXVII, 1924, p. 446).

Digitized by Google

reuses ne l'étaient pas ; il a, de plus, réussi à provoquer expérimentalement des cancers de la vésicule chez le lapin, en y introduisant des calculs radioactifs.

Ces expériences, et d'autres qu'il serait trop long d'énumérer, font apparaître les rayons γ et les rayons X comme une cause déterminante possible du cancer. Il est vrai que cette cause ne saurait être très générale : le cancer est une maladie commune, et bien peu d'individus sont soumis à l'action d'un corps aussi peu répandu que le radium. Mais il est une source de radioactivité que tout être vivant porte dans son propre corps : c'est le potassium, faiblement radioactif, il est vrai, mais émettant des rayons très pénétrants (rayons β et quelques rayons γ). M. ZWAARDEMAKER a montré que le rayonnement du potassium dans l'organisme a des effets biologiques importants, et M. PERRIN est porté à attribuer à ce rayonnement un rôle essentiel dans la genèse du cancer : « Il semble, écrit M. PERRIN, que le protoplasma fonctionne mal s'il n'est pas irradié, avec une intensité déterminée, par les rayons issus d'atomes radioactifs (potassium ou corps équivalents). Au-dessus ou au-dessous, il y a déséquilibre, et je me demande s'il ne faut pas chercher dans cette voie l'origine des cancers. » A l'appui de cette manière de voir, on peut citer de nombreux travaux, dus, entre autres, à MM. BEEBE, CLOWES et FRISBIE, NÈGRE, WATERMAN, TROISIER et WOLF, et montrant que les tumeurs sont d'autant plus riches en potassium que leur croissance est plus active ; que, d'autre part, les sels de potassium, administrés sous diverses formes, favorisent l'accroissement des greffes cancéreuses chez les souris.

Radiations du spectre visible. — Abandonnons ces hautes régions du spectre, caractérisées par la fréquence extraordinairement grande des vibrations (longueurs d'onde, 1,2 à 0,0018 millionièmes de millimètre), pour passer à l'examen des radiations de fréquence moindre qui, sur l'étendue d'une octave environ, constituent la lumière visible (longueurs d'onde : 0,8 à 0,4 millièmes de millimètres). Ici encore, nous retrouverons des effets biologiques, et, plus spécialement, une action sur l'évolution des cancers. On a remarqué depuis longtemps la fréquence du cancer cutané de la face chez les montagnards du Midi de la France, dont le visage est exposé à un rayonnement solaire intense. M. de COULON a cherché récemment à préciser expérimentalement le rôle de la lumière solaire dans le développement des tumeurs (1). Il possédait un élevage de souris, réparties entre deux armoires, l'une située face à la lumière solaire, l'autre placée à contre-jour. Dans la première armoire, les souris contractaient spontanément le cancer dans la proportion de 9 % ; dans la seconde 1,6 % seulement des souris devenaient cancéreuses. Il a suffi d'intervertir la position des deux armoires pour observer des résultats inverses ; la première armoire ayant été transportée de la lumière à l'obscurité, le pourcentage des souris cancéreuses s'abaissa de 9 à 4 % ; dans la seconde armoire, après qu'elle eût été transportée de la lumière diffuse à la lumière directe, le pourcentage s'éleva de 1,6 à 14 %. Le seul fait de transporter des souris de la lumière diffuse au grand jour a donc eu pour résultat de faire apparaître des tumeurs dans un élevage qui, jusque-là, en était presque complètement préservé. On voit, par là, que la lumière semble jouer un rôle important dans l'apparition des tumeurs chez la souris blanche.

M. de COULON a tenté d'analyser cette action de la lumière en cherchant à quelles régions du spectre elle était dévolue. A cet effet, il a greffé des cancers à des souris qu'il a ensuite placées dans des cages ne laissant passer la lumière d'une source électrique qu'après filtration à travers des plaques de verre diversement colorées. Il a constaté que, selon la couleur de la lumière qui éclairait les souris, l'évolution des tumeurs greffées se trouvait accélérée ou, au contraire, empêchée. Il a pu ainsi diviser le spectre en bandes qui, alternativement, ont un effet activant ou empêchant sur les tumeurs. Fait remarquable, les fréquences activantes ou empêchantes diffèrent suivant la nature des tumeurs ; elles ne sont pas les mêmes pour un sarcome que pour un épithélioma.

Ondes électriques. — Faisons un nouveau bond en arrière, par-dessus le spectre de l'infra-rouge, et atteignons les ondes électriques, qui comprennent une gamme étendue de radiations, depuis des longueurs d'onde de 30.000 mètres jusqu'à des fréquences de même ordre que celles des rayons infra-rouges (longueur d'onde minima obtenue : 0,2 millimètre). Des expériences récentes ont montré que des ondes hertziennes de fréquence convenable exercent une action manifeste sur les cancers expérimentaux des plantes (1). Des génariums (*Pelargonium zonale*) inoculés avec le *Bacterium tumefaciens* et portant des tumeurs en pleine activité, ont été exposés, durant quelques heures, au rayonnement d'un appareil produisant des ondes électro-magnétiques de deux

(1) A. de COULON, *C. R. Soc. de Biol.*, t. XC, février 1924, et t. XCI, juin 1924.

(1) A. GOSSET, A. GUTMANN, G. LAKHOVSKY et J. MAGROU, *Essais de therapeutique du cancer expérimental des plantes. C. R. Soc. de Biol.*, t. XCI, juillet 1924, p. 626.

Digitized by Google

mètres de longueur d'onde (1). Pendant les jours qui ont suivi le traitement, les tumeurs ont continué à croître, et leur croissance s'est même trouvée très notablement exagérée dans les cas où l'exposition au rayonnement avait été de courte durée. Puis, brusquement, elles ont commencé à se nécroser et finalement se sont détachées, après leur destruction complète, des plantes qui les portaient. Cette action des ondes hertziennes est rigoureusement élective; elle respecte les tissus normaux, et ne s'exerce que sur les cellules cancéreuses qu'elle détruit complètement, à la suite, semble-t-il, d'une phase d'excitation.

Les faits que nous venons d'énumérer brièvement montrent l'action exercée par des radiations de fréquences diverses sur les néoplasmes; ils appuient donc l'hypothèse que nous avons formulée, à la suite de M. PERRIN, sur le rôle de la lumière dans la genèse des tumeurs. Il va sans dire que cette hypothèse n'est, en aucune façon, contradictoire avec les théories microbiennes du cancer, théories qui, dans le cas particulier du cancer des plantes, ont reçu une confirmation éclatante. Chercher à expliquer le mode d'action d'un microbe n'équivaut pas à nier cette action, et M. SMITH lui-même a donné l'exemple de ce genre d'investigation, puisque, après avoir découvert l'agent microbien du cancer des plantes, il a réussi à expliquer, dans une certaine mesure, par quel mécanisme cet agent provoque des hyperplasies. S'il est vrai, d'ailleurs, comme nous l'avons supposé, que la lumière joue un rôle fondamental dans la formation des tumeurs, il est possible de concevoir comment la présence d'un microbe peut permettre à l'influence des radiations lumineuses de se manifester. M. SMITH a montré, nous l'avons vu, que le *Bacterium tumefaciens* accroît la perméabilité des membranes cellulaires dans les tissus qu'il envahit. Il se peut que cet accroissement de la perméabilité des membranes facilite la pénétration dans les cellules d'éléments radioactifs tels que le potassium; de là naîtrait ce déséquilibre de l'irradiation du protoplasma dans lequel M. PERRIN est porté à chercher l'origine des cancers. On peut imaginer aussi que des microorganismes en voie de multiplication dans un tissu émettent le rayonnement mitogénétique que les expériences de M. GURWITSCH ont mis en évidence et sont par là capables de provoquer des hyperplasies. Je cite ces deux hypothèses entre toutes celles qui se présentent à l'esprit, et qu'il appartiendra à l'expérience de confirmer ou d'infirmer.

Ces vues encore très largement théoriques et ces échappées d'imagination ne doivent pas faire oublier l'intérêt positif qui s'attache aux découvertes de M. Erwin SMITH relatives au cancer des plantes. Ces découvertes n'intéressent pas moins la biologie générale que la pathologie comparée et la médecine. Il se peut, d'ailleurs, que les rapports entre le cancer des plantes et le cancer humain soient plus étroits encore qu'on ne l'aurait supposé. Tout récemment, MM. BLUMENTHAL et AULER et Mme P. MEYER (1) ont fait connaître qu'ils avaient retiré, de plusieurs cancers humains, une Bactérie ressemblant étroitement au *Bacterium tumefaciens*. Inoculée à des plantes sensibles (Soleils), cette Bactérie a provoqué la formation de tumeurs caractéristiques. Les mêmes auteurs ont inoculé ce microbe à des animaux de laboratoire, et auraient obtenu, dans quelques cas, la formation de tumeurs transplantables et ayant les caractères histologiques du cancer.

Si de tels faits ne prouvent pas que le *Bacterium tumefaciens*, agent du cancer des plantes, joue un rôle dans l'étiologie du cancer humain, ils n'en sont pas moins très suggestifs. Aussi ne saurait-on trop se féliciter de la tendance qui, à l'heure actuelle, pousse quelques pathologistes à recourir, pour l'étude des problèmes les plus obscurs de la médecine, à des disciplines telles que la Botanique ou la Physique, fort différentes de celles qui leur sont le plus familières.

J. MAGROU,
Docteur ès-sciences,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

(1) Le dispositif employé dans ces expériences est dû à M. LAKHOVSKY. Divers auteurs, entre autres M. ECCLES, M. GUTTON, M. MESNY, ont décrit des montages, aisément réalisables, qui permettent d'obtenir des ondes hertziennes entretenues de deux mètres de longueur d'onde (ECCLES, *Radio-Review*, nov. 1919 et *Electrician*, 1919, t. LXXXIII, p. 299; GUTTON, *La lampe à trois électrodes*, 1 vol., *Presses Universitaires*, Paris, 1923, p. 89; MESNY, *L'Onde électrique*, janvier et février 1924, nos 25 et 26, p. 24).

L'EXPERTISE DES SIGNATURES

L'expertise des documents écrits correspond pratiquement à trois problèmes principaux qui sont :

1° L'identification des écrits anonymes;
2° L'expertise des testaments;
3° L'expertise des signatures.

En ce qui concerne les deux premiers problèmes, des techniques sont fondées qui se transmettent de

(1) *Klin. Wochenschr.*, 3e année, n° 25, 17 juin 1924, p. 1.114.

Digitized by Google

professeur à élève, d'ancien à débutant. On peut dire qu'il n'y a plus à faire, de ce côté, que des progrès de détail. En fait, les résultats sont maintenant assez sûrs. Un document en écriture déguisée, mis entre les mains d'un expert habile, connaissant à fond les lois de l'écriture et muni d'un microscope, laisse voir presque immanquablement son auteur, pourvu que le document soit long et les pièces de comparaison abondantes.

L'expertise testamentaire est également assez perfectionnée. Elle est aidée par les études très poussées qui ont été faites des signes de sénilité et de faiblesse dans l'écriture.

Mais pour les signatures les difficultés s'accumulent. On ne dispose que d'un mot, accompagné tout au plus d'une courte mention comme : « Bon pour la somme de... », ou « Pour acquit, le... » L'attention d'un faussaire risque peu de se relâcher dans un écrit aussi court. De plus, les signatures authentiques de comparaison sont souvent très variables. La nécessité où se trouvent un grand nombre de personnes de signer vite, debout, avec n'importe quelle plume donne au geste graphique des irrégularités. Il faut tenir compte également de ce que des agités, des émotifs, des nerveux changent leur façon de signer sans raison apparente. On rencontre fréquemment des gens qui déclarent ne jamais signer deux fois de la même manière.

Sur quoi se baser, dans ces conditions, pour expertiser une signature? C'est ce que nous allons essayer de préciser.

La première question qui se pose au sujet d'une signature contestée est de savoir si elle est sincère ou fausse. C'est à quoi nous consacrerons la première partie de notre étude. La seconde question est, si la signature est imitée, de découvrir l'auteur du faux. Ce sera l'objet du chapitre suivant. Enfin nous examinerons le cas d'une signature déguisée en vue d'une dénégation.

I

COMMENT RECONNAITRE SI UNE SIGNATURE EST SINCÈRE OU FAUSSE?

Recherches des taches. Analyse de l'encre

Lorsque les pièces n'ont pas été trop manipulées, il est indispensable, avant toute autre opération, de rechercher soigneusement sur elles les traces de doigts.

On relève les empreintes digitales au moyen de poudres colorantes : minium, oxyde puce de plomb, antimoine pulvérisé (1). Il faut éviter le procédé à la vapeur d'iode, plus sensible, mais qui risque de gâter les documents.

Alors même que les lignes papillaires ne sont pas visibles, la position des taches, leur nombre, leur grosseur révèlent une particularité du scripteur, parfois très signalétique. Lorsqu'on retrouve les mêmes taches sur la pièce de question, c'est une preuve importante d'authenticité.

L'expertise de l'encre donne souvent des renseignements utiles. Elle est parfois d'une importance décisive. Il arrive, par exemple, qu'un faussaire, habilement interrogé, précise imprudemment que la personne, dont il a en réalité imité la signature, a signé sous ses yeux en utilisant tel encrier ou tel stylographe. On conçoit l'importance qu'il y a alors à démontrer la fausseté de cette affirmation.

L'analyse chimique de l'encre s'effectue en recouvrant un trait d'une goutte de chacun des réactifs appropriés. On observe l'effet au microscope. Des encres de même couleur donnent souvent des réactions différentes.

L'examen spectroscopique permet aussi la différentiation des encres de couleur.

ÉTUDE GRAPHIQUE

Faux en imitation lente

Il y a deux espèces de signatures fausses : les signatures en imitation lente et les signatures en imitation rapide.

Les premières sont faites généralement par décalque. Elles semblent parfois assez réussies, au premier coup d'œil, car la forme des lettres est bien reproduite. Mais on les reconnaît presque à coup sûr aux imperfections du tracé. Alors que le scripteur sincère jette rapidement sa signature, et surtout son paraphe, le calqueur hésite. L'observation au microscope, ou même à la loupe, révèle alors un tremblement très ténu qui s'accentue dans les traits ascendants, la plume masquant alors le modèle. Par son peu d'ampleur et par sa position, le tremblement du faussaire ne peut être confondu avec les divers tremblements, d'origine émotive ou pathologique, catalogués par les experts.

D'autre part, les variations d'épaisseur du trait (jeu des pleins et des déliés) ne sont continues et harmonieuses que si le mouvement de la plume est rapide. Il n'y a moyen d'éviter cet écueil qu'en retouchant ; mais le remède est alors pire que le mal, car aucune retouche ne reste inaperçue à l'examen microscopique, et sa présence, surtout lorsqu'elle apparaît comme soigneusement dissimulée, est hautement révélatrice du faux.

Un autre caractère qui trahit l'imitation lente

(1) Cf. Edmond Locard, *Manuel de Technique policière*, Payot, 1923.

Digitized by Google

est la copie trop servile d'une signature donnée. Il peut arriver que le modèle utilisé pour le calque se trouve parmi les signatures de comparaison. On constate alors que, tandis que ces dernières présentent entre elles des divergences naturelles, la signature de question constitue de l'une d'elles une image trop fidèle. Une coïncidence aussi exacte ne peut être fortuite. La perfection de l'imitation devient une preuve de faux.

Faux en imitation rapide

Les signatures en imitation rapide sont généralement l'œuvre de faussaires expérimentés qui connaissent les dangers de l'imitation lente et se sont entraînés à tracer d'un seul jet la signature qu'ils désirent reproduire. Elles ont une allure spontanée qui leur donne comme un accent de sincérité. Leur expertise est parfois très ardue. La technique à suivre est entièrement différente de celle utilisée pour les signatures en imitation lente. Elle consiste à rechercher les *constantes de valeur* des signatures de comparaison et à essayer de retrouver ces constantes dans les signatures de question.

Constantes de valeur

Les diverses particularités que présente la signature d'un individu sont loin d'avoir la même valeur au point de vue de l'expertise. Pour qu'un signe puisse donner lieu à une comparaison significative, il doit, autant que possible, satisfaire aux conditions suivantes, que nous donnons par ordre d'importance décroissante.

Il doit être :

1° *Constant dans les signatures authentiques.* — Tout ce qui est fortuit ou accidentel ne compte pas pour l'identification.

Cette condition de constance ne doit pourtant pas être prise à la lettre. Il est clair, par exemple, qu'on ne devra pas laisser de côté un signe parce qu'on ne le trouve pas dans une des signatures de comparaison, si cette signature est déformée par le fait d'une mauvaise plume, ou encore parce que le papier a été accroché, — ce dernier cas se présente souvent pour les signatures apposées sur les timbres de quittance. On tiendra compte également d'une évolution possible de la signature sous l'influence du temps, lorsque les signatures à comparer sont de dates très éloignées. On songera éventuellement à l'effet d'un état pathologique ou émotif.

Si l'on veut que cette condition de constance puisse donner lieu à une discussion serrée et concluante, il faudra pouvoir disposer d'un grand nombre de signatures de comparaison données dans des conditions très diverses ;

2° *Peu visible.* — Un faussaire imite d'abord, en effet, ce qui, dans une signature, est le plus apparent. Il omet au contraire certains détails imperceptibles à première vue, certaines nuances à peine visibles, mais qui, satisfaisant à la condition de constance, révèlent la personnalité graphique du scripteur dans ce qu'elle a de plus secret et de plus intime ;

3° *D'une imitation difficile* ; afin que, même saisi par un faussaire doué d'un esprit d'observation exceptionnel, le signe considéré ait encore une chance d'échapper à l'imitation par suite de la difficulté qu'on éprouve à le reproduire.

Ainsi donc : constante dans l'écriture naturelle, peu apparente et difficile à imiter, voilà les trois qualités que doit avoir, autant que possible, une particularité graphique pour qu'on puisse l'utiliser fructueusement en expertise.

Qu'on rencontre seulement quelques signes satisfaisant aux conditions précédentes, que leur étude donne des conclusions convergentes, et la vérité est découverte, quels que soient, par ailleurs, les résultats auxquels peut conduire la comparaison de caractères de moindre valeur parce que trop variables, trop visibles ou trop faciles à imiter.

1) Les Alignements.

Un premier caractère de valeur pour l'expertise des signatures est l'alignement, ou plutôt les alignements. On en distingue en effet deux : l'alignement inférieur, qui est la ligne de base des lettres, et l'alignement supérieur, qui est la ligne enveloppant tous les sommets.

Les alignements sont souvent assez peu variables dans les signatures.

Peu de faussaires les remarquent, car ils n'apparaissent qu'à un œil exercé. Pour les voir, il faut observer la signature non pas de face, mais, pour ainsi dire, de profil, en plaçant l'œil presque dans le plan de la feuille de papier, et regardant latéralement et obliquement. On saisit alors bien mieux les variations de position et de hauteur des différentes lettres et des différentes parties de chaque lettre. On peut encore tracer les alignements sur un calque fait, de préférence, sur un agrandissement photographique (Fig. 42).

Ils sont extrêmement difficiles à imiter. Le signataire sincère les a, pour ainsi dire, dans la main ; mais l'œil, qui les voit à peine, guide mal celui qui veut les reproduire.

La figure 42 reproduit en (1) les alignements calqués comme il est indiqué plus haut. En (2) et (3) se trouvent les alignements de deux autres signatures de la même main. La ressemblance est frappante. Remarquez en particulier la persistance de

Digitized by Google

deux inflexions, à peine visibles, sous l'*a* et sous l'*r* du mot « Laurin ». Comparez maintenant avec les alignements, représentés en (4), d'une signature fausse. Les différences sont nombreuses. Signalons seulement les plus saillantes :

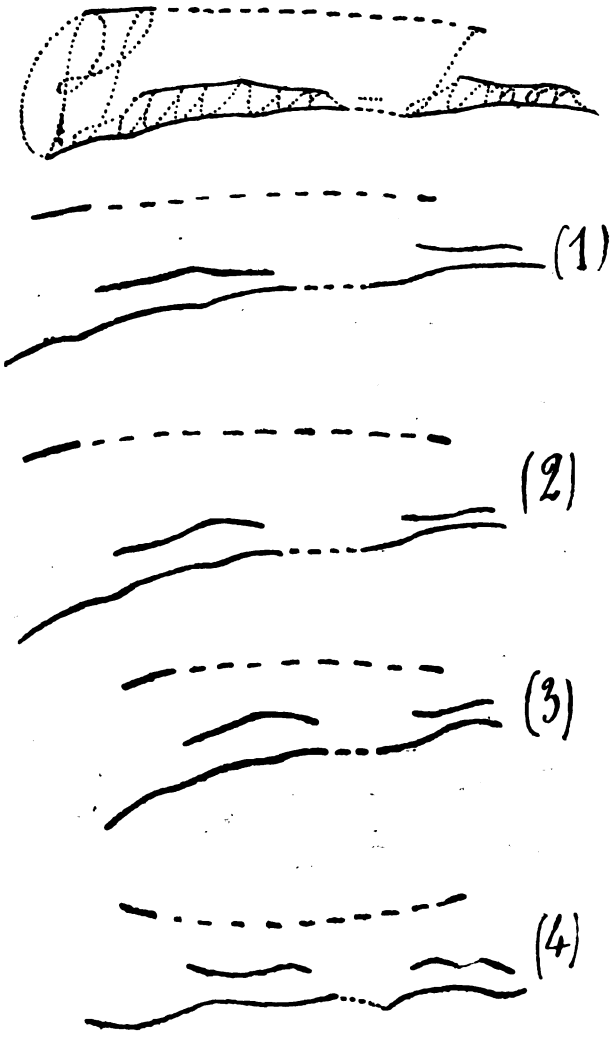


Fig. 42. — Calque des alignements d'une signature. Comparaison des alignements : (1), (2), (3), signatures authentiques ; (4) signature fausse.

L'alignement inférieur débute par une ligne descendante, et non pas ascendante comme dans les signatures authentiques. Les inflexions de cet alignement sont trop accusées et ne se trouvent pas sous les mêmes lettres. La ligne de base du mot « Simon » présente des incurvations qui sont inverses dans les signatures de comparaison et dans la signature fausse. L'alignement supérieur des deux majuscules P. L. est descendant au lieu d'être montant, etc.

On voit de plus que les alignements d'une même signature authentique s'harmonisent entre eux. Remarquez, par exemple, que l'alignement inférieur du second mot semble prolonger celui du premier. Cela résulte de ce que les signatures sincères ont été tracées d'un mouvement aisé et naturel. Les alignements de la signature fausse sont au contraire zigzagant et disparates. C'est la marque de la contrainte inhérente au truquage.

2) La nature du tracé.

On trouve d'autres constantes de valeur dans le tracé considéré indépendamment de la forme des lettres. Le jeu des pleins et des déliés, les nuances graphiques qui résultent des variations habituelles de vitesse et de pression constituent des particularités persistantes, peu visibles et surtout d'une imitation très difficile.

On étudiera donc soigneusement au microscope la largeur des traits. On notera les points où cette largeur varie et la façon plus ou moins rapide dont se produit cette variation.

On examinera soigneusement aussi les points d'attaque. Le début d'un trait présente fréquemment des particularités hautement signalétiques (fig. 43). Tantôt le bout est arrondi et va en s'amincissant à partir de l'extrémité ; tantôt c'est au contraire une pointe ; souvent aussi on trouve un crochet qui, par sa forme et son orientation, constitue un signe particulier d'une grande valeur d'identification. Le microscope est indispensable pour observer ces

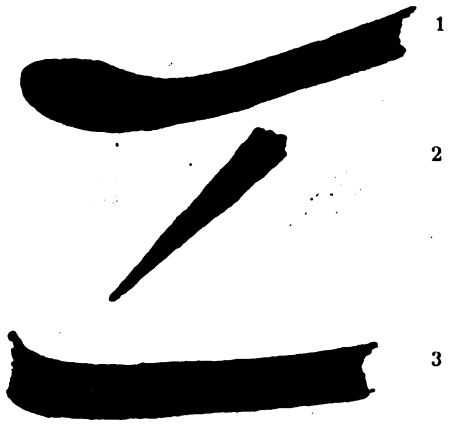


Fig. 43. — Points d'attaque : (1) massuré ; (2) en pointe ; (3) vestiges d'un crochet.

particularités, toujours très tenues, qui n'existent parfois qu'à l'état de vestiges, mais qui n'en sont alors que plus révélatrices. Lorsqu'on les retrouve dans une signature contestée, cette signature est presque sûrement sincère.

Les reflux. — On aura parfois la chance de rencontrer des singularités importantes, telles que celle constituée par les reflux.

Regardez la figure 44 ; elle représente l'as-

Digitized by Google

pect, vu au microscope, d'un trait pris dans une signature. Vous verrez, au point indiqué par la flèche, un brusque changement de teinte. En ce point, le trait devient plus foncé, sans que se modifient en même temps ni sa largeur, ni sa direction. C'est un reflux.

Ce phénomène se produit lorsqu'on écrit avec certains stylographes qui ont un débit d'encre assez faible. Il est dû à des variations de vitesse et de pression. Lorsque le mouvement de la plume est

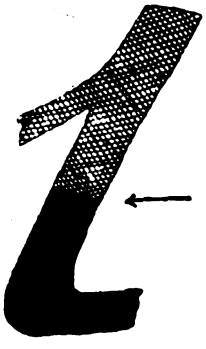


Fig. 44. Un reflux.

rapide, ou la pression faible, l'encre donne une teinte relativement claire. Si la vitesse du tracé se ralentit, ou si la pression s'accroît, la couche liquide qui forme le trait augmente d'épaisseur. L'encre reflue alors en arrière vers les régions moins recouvertes et tend à uniformiser la teinte ; mais elle s'arrête brusquement au point où le trait est déjà sec.

Le fait d'écrire avec certains stylographes est une condition nécessaire pour que se produise le phénomène. Ce n'est pas une condition suffisante. Il faut encore que le scripteur donne les variations de vitesse ou de pression au moment voulu et avec l'ampleur voulue. Prenez un stylographe qui, entre les mains de son propriétaire, donne des reflux avec une certaine fréquence et en certains points du tracé ; mettez-le entre les mains d'une autre personne : ou bien le phénomène ne se produira plus, ou bien, s'il se produit encore, ce sera inévitablement avec une fréquence différente et en d'autres points.

Imiter exactement des reflux est une chose qu'on peut considérer comme pratiquement impossible. Lorsqu'une signature contestée présente les mêmes reflux que les signatures de comparaison, elle est sûrement sincère.

3) Les lois de succession des mouvements graphiques.

Le geste d'une personne qui appose sa signature est constitué par une succession de mouvements que l'habitude relie les uns aux autres, de telle sorte qu'au lieu d'être indépendant, chacun d'eux est influencé par ceux qui le précèdent et contribue à déterminer ceux qui le suivent. Il en résulte que certaines variations sont liées les unes aux autres par des lois, d'ailleurs assez complexes, mais qui présentent souvent une curieuse constance.

Considérons, par exemple, les variations de dimension des signatures. Deux signatures de dimensions différentes, d'une même personne, ne sont pas deux figures semblables, dans le sens géométrique du mot (1). La signature d'un individu n'a pas en tous ses points la même *élasticité* ; certaines dimensions de certaines lettres résistent à l'allongement ou au rétrécissement ; il existe par contre des *points faibles*, par exemple certaines liaisons, qui varient plus facilement de grandeur.

On conçoit l'importance de ces remarques qui échappent presque toujours au faussaire, car elles correspondent, le plus souvent, à des nuances à peine visibles.

Il existe également des lois reliant les variations de dimension et de pression. On trouve, par exemple, qu'un trait plus fort conditionne des lettres plus grandes, qu'une liaison est d'autant plus amincie que les deux lettres qu'elle joint sont plus espacées, etc.

Mais l'étude des lois de sucession des mouvements graphiques ne peut être achevée que si l'on a démêlé l'influence d'un facteur important qui est la vitesse du tracé.

Une signature jetée rapidement se distingue d'une signature écrite lentement par des modifications qui tendent toutes à simplifier le tracé et à le rendre plus aisé : suppression totale ou partielle de certaines lettres, liaisons évitant des levées de plume, points et accents placés en avant, dans le sens de l'écriture, de leur position normale, homogénéité plus grande dans le mouvement et dans la nature intime du tracé, etc.

Ces modifications sont générales mais n'apparaissent pas dans le même ordre ni avec la même intensité pour tous les scripteurs, au fur et à mesure que la vitesse augmente. Elles s'accompagnent en outre d'autres modifications particulières, celles-ci à chaque individu.

Il y a là un ensemble de faits que les faussaires observent rarement. On voit fréquemment, par exemple, des imitations dont une partie a été copiée sur un modèle écrit lentement, tandis que le reste a été inspiré par un modèle écrit vite. La signature contestée, étudiée par morceaux, pourrait passer

(1) Il en résulte qu'on ne peut avoir la signature moyenne d'un individu en superposant ses signatures ramenées, par grossissement ou réduction, à la même longueur. Persifor Frazer (*Des faux en écriture et de l'écriture*, Paris, Guillaumin, 1899) a pourtant préconisé ce procédé.

Digitized by Google

pour authentique, mais l'ensemble présente un disparate qui dénonce le faux.

4) Caractéristiques générales.

On appelle caractéristique générale, ou encore dominante graphique d'une écriture, un ensemble de particularités permettant de la définir comme appartenant à une espèce graphique déterminée.

Les caractéristiques générales ont été découvertes et classées par les graphologues. De même que les astrologues, ancêtres des astronomes, ont appris à ces derniers à grouper les étoiles, de même les graphologues ont rendu aux experts le service d'un premier classement des signes graphiques. La question de savoir s'il existe une relation quelconque entre ces signes et le caractère de celui qui les a tracés est ici laissée entièrement de côté.

Voici, par exemple (fig. 45 (1)), un spécimen d'écriture de l'espèce dite *régressive*. Cela correspond à un ensemble de particularités d'apparences très diverses et qui, pour un observateur non prévenu, n'ont entre elles aucun rapport :

L'écriture est coupée après les majuscules ; on constate l'existence de volutes et d'enroulements ; le trait final des mots a tendance à revenir vers la gauche ; le microscope révèle, aux points d'attaque, un petit crochet en forme d'hameçon dont la pointe est dirigée vers le haut et vers la droite ; d'autres signes encore sont manifestes (1).

Le fait expérimental et indépendant de toute considération graphologique est le suivant : ces signes ont tendance à coexister. Lorsqu'on en trouve un, on peut s'attendre à trouver les autres, ou alors ceux qui sont absents existent, pour ainsi dire, à l'état latent ; on les voit apparaître à la première occasion, lorsque l'écriture subit l'influence d'un état maladif, ou encore lorsqu'elle est modifiée par souci d'élégance, ou dans un but de déguisement. Une écriture régressive reste régressive. Il peut se faire que les manifestations de la régression changent ; pour un profane l'écriture est complètement modifiée ; pour un expert exercé elle est restée de même espèce.

La plupart des caractéristiques générales sont également persistantes. On peut citer parmi les espèces graphiques les mieux définies et les plus stables : l'écriture progressive (fig. 45 (2)), l'écriture fruste, l'écriture fuselée, l'écriture surélevée, etc. (fig. 45, (3), (4), (5)). A chacune de ces espèces correspond un ensemble parfois très complexe des signes.

Tous ces groupes de caractères ne sont guère visibles que pour l'œil exercé de l'expert ou du graphologue.

Une même écriture se rattache usuellement à plu-

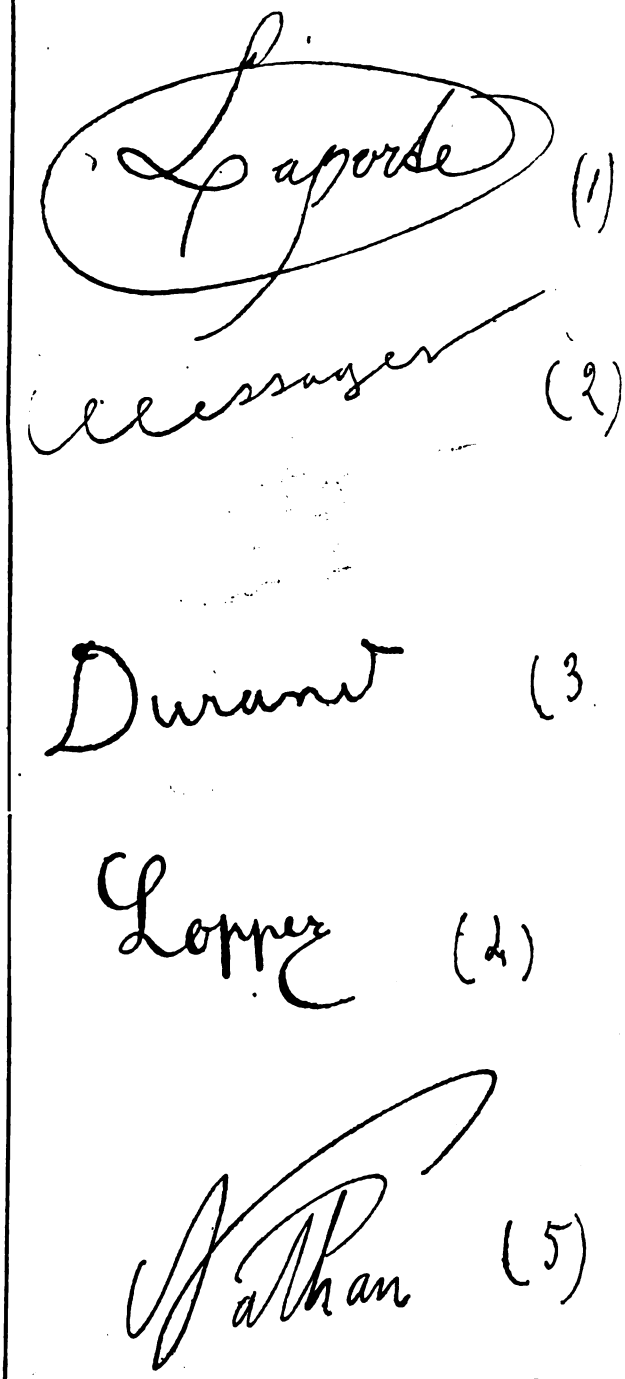


Fig. 45. — Spécimens d'écritures de diverses espèces : (1) régressive ; (2) progressive ; (3) fruste ; (4) fuselée ; (5) surélevée.

sieurs espèces graphiques, généralement deux ou trois. La combinaison des signes correspondant à ces espèces donne au tracé une physionomie propre qu'il est presque impossible de reproduire fidèlement

(1) Cf. Pierre Humbert, *Théorie de l'Expertise en écritures*, Société de Graphologie, 1917 et les ouvrages bien connus de Crépieux-Jamin.

Digitized by Google

en conservant l'allure spontanée et le mouvement aisé et naturel.

Au point de vue de l'expertise des signatures, la considération des caractéristiques générales conduit parfois à des incompatibilités graphiques qui constituent à elles seules des preuves suffisantes de faux. Si, par exemple, les signatures de comparaison sont très frustes, et qu'on découvre dans la signature incriminée un jeu nuancé des pleins et des déliés, on est en possession d'un grave signe de faux. Il en est de même lorsqu'on voit apparaître des tendances régressives si l'écriture authentique est progressive, etc.

Dans les cas très difficiles, lorsque la signature à expertiser est très changeante ou très courte, il arrive que les dominantes graphiques restent le seul guide vers la vérité.

Il en est de même lorsqu'on ne dispose d'aucune signature de comparaison, mais seulement d'un spécimen de l'écriture du signataire apparent.

Les caractères de second ordre.

Nous allons considérer maintenant les caractères qui sont constants dans les signatures de comparaison, mais qui frappent trop le regard pour échapper au faussaire et qu'il est relativement facile d'imiter. Ce sont des caractères de second ordre. Citons, par exemple, le dessin général des lettres, l'orientation de la signature, sa position par rapport au texte qui la précède, etc.

C'est par leur examen qu'on doit achever l'expertise. Il faut les utiliser non pour se faire une opinion, mais pour étayer de preuves, qui ont l'avantage d'être plus compréhensibles et moins techniques, les conclusions auxquelles a conduit l'étude des constantes de valeur.

Les ressemblances portant sur des caractères de second ordre ne sont évidemment que de bien faibles arguments d'authenticité.

Les différences doivent être interprétées avec beaucoup de circonspection.

Si elles accompagnent la non-identification des constantes de valeur, ce sont des preuves complémentaires de faux. On est en présence d'une imitation grossière, incapable de faire illusion.

Si des différences de second ordre accompagnent l'identification des constantes de valeur, ce sont plutôt des signes complémentaires d'authenticité. On doit les attribuer soit à un accident de plume, soit, comme nous le verrons plus loin, à un essai de déguisement. Un faussaire assez habile pour saisir les points difficiles d'une signature n'aurait pas commis la faute grossière d'une divergence trop visible, susceptible de dénoncer la fraude à première vue.

II

QUEL EST L'AUTEUR D'UNE SIGNATURE FAUSSE ?

Peut-on découvrir l'auteur d'une signature fausse ? C'est très rarement possible. On a quelquefois des indices, presque jamais la certitude.

Dans le cas d'une signature en imitation lente, on ne peut guère compter que sur les empreintes digitales.

Dans le cas des signatures en imitation rapide, on peut, surtout si elles sont nombreuses, découvrir des constantes de valeur de l'écriture du faussaire, par exemple des reflux caractéristiques de son tracé.

Mais c'est surtout les caractéristiques générales qui, judicieusement employées, peuvent servir. On recherche celles du faussaire dans les parties ratées des signatures, alors que son attention s'est relâchée et qu'il a laissé paraître sa propre personnalité graphique.

Que, dans l'imitation d'une écriture progressive, un peu de régression apparaisse dans les relâchements, on peut en conclure avec certitude que l'écriture du faussaire est régressive. Voila un premier *lieu graphique* qui passe nécessairement par l'écriture du coupable, mais qui peut aussi mettre en cause d'autres personnes soupçonnables.

Si les traits constituant l'écriture à imiter sont de largeur constante, ou encore passent sans transition des pleins au déliés, et si par contre du fuselement apparaît dans les relâchements, on a la preuve que l'écriture du faussaire est fuselée. Voilà un nouveau lieu graphique qui coupe le précédent sur l'écriture du coupable.

Dans les cas les plus favorables, on peut découvrir ainsi trois ou quatre dominantes graphiques de l'auteur du faux. Cela donne suffisamment de recoupements pour fournir, à défaut de preuve certaine, une indication intéressante.

III

SIGNATURES DÉGUISÉES.

Il arrive parfois qu'un individu modifie volontairement sa signature dans l'intention de la dénier ensuite.

On reconnaît une écriture déguisée à ce que l'altération porte principalement sur les caractères visibles, principalement sur les majuscules et le paraphe. Les constantes de valeur, et principalement celles qui touchent aux dominantes graphiques, sont généralement respectées.

Les signatures déguisées et les signatures imitées s'écartent ainsi en sens inverse des signatures authentiques.

Digitized by Google

Les premières laissent paraître, sous le camouflage, les particularités intimes et secrètes du scripteur. Elles semblent fausses au premier coup d'œil, mais se révèlent authentiques à un examen plus minutieux.

Les secondes ont l'aspect général de la signature à imiter, mais laissent voir, à travers les défauts du masque, une physionomie graphique étrangère. Elles donnent, au premier abord, une illusion de sincérité, mais paraissent de plus en plus mensongères lors d'une étude approfondie.

***

On peut rassembler les quatre cas en présence desquels on peut se trouver dans le tableau suivant qui rappelle, dans ce qu'elle a de plus général, la technique à suivre :

Constantes de valeur :	Identification.	Identification.	Non-identification.	Non-identification.
Caractères de second ordre :	Identification.	Non-identification.	Identification.	Non-identification.
Signature :	Authentique.	Authentique, (déguisée).	Fausse.	Grossièrement fausse.

La distinction entre une signature fausse et une signature grossièrement fausse est parfois utile. Il arrive qu'on demande à un expert de décider si une signature fausse, au vu de laquelle une banque a effectué un versement dont elle a débité le compte d'un déposant, est suffisamment mal faite pour que la banque n'ait pas l'excuse de ne pas s'être aperçue du faux et soit déclarée responsable.

***

L'étude qui précède ne prétend pas à être complète. Elle est limitée à quelques règles générales applicables dans la majorité des cas. En réalité, chaque affaire exige des modalités particulières de technique.

Il importait surtout de montrer la complexité du problème, et qu'un esprit même intelligent, mais insuffisamment averti, peut fort bien, par suite d'observations incomplètes ou mal interprétées, être conduit, en toute bonne foi, à l'erreur. D'où la nécessité pour les Tribunaux de ne pas confier les vérifications d'écritures au premier venu, comme c'est malheureusement encore très souvent l'usage.

Ce que l'expert doit surtout éviter, c'est de se faire une opinion appuyée sur une observation rapide, ou sur une idée préconçue, et de la soutenir ensuite par une étude plus minutieuse. De cette façon de procéder naît parfois l'obsession du faux ; elle a provoqué des erreurs célèbres (1).

On échappe à ce danger en se pénétrant de l'idée que ce qui est trop visible n'a que peu d'intérêt, et en s'attachant avant tout aux constantes de valeur des écritures à comparer.

Il faut encore, après avoir bien observé, savoir déduire. Nous avons vu que, dans certains cas, une ressemblance trop exacte doit être considérée comme un signe de faux, et que, dans d'autres cas au contraire, des différences portant sur certains caractères constituent plutôt un signe d'authenticité. Les raisonnements qui conduisent à ces paradoxes apparents n'ont rien de spécieux. C'est d'une logique facile. Encore faut-il y songer.

Mais ce qui est plus difficile et plus rare, c'est la connaissance des lois de l'écriture, c'est-à-dire le groupement des signes et la définition des espèces graphiques. Il y a là pour l'expert un sens spécial à acquérir et à développer. Faute de le posséder, l'homme le plus habile pourra voir et noter les particularités d'une écriture, il n'arrivera pas à comprendre cette écriture. Il ne connaîtra pas le degré de persistance de chaque particularité graphique ; il ne saura pas délimiter et prévoir les déformations possibles.

Une écriture, et plus spécialement une signature, n'est pas quelque chose de mécanique comme un graphique de machine, c'est le geste vivant et infiniment nuancé de celui qui l'a tracée.

Félix MICHAUD,
Agrégé de l'Université, Docteur ès Sciences,
Expert près le Tribunal de la Seine.

(1) Une des plus curieuses, et qui relève presque de la pathologie, a fait l'objet d'une contre-expertise magistrale : Pelletier, Eloy et Humbert, *Affaire Tessier*, 1809.

REVUE AGRONOMIQUE

LES ALCOOLS COLONIAUX ET LEUR UTILISATION COMME CARBURANT

Les voyages en automobiles à travers le Sahara sont à la mode ; s'il faut féliciter les organisateurs on doit convenir que ce mode de locomotion se développerait plus rapidement si l'on disposait à Bourem, par exemple, d'un carburant fabriqué dans la région et moins cher que l'essence.

L'addition de l'alcool à l'essence serait une première solution, d'autant plus tentante que l'alcool à 99°6 (que l'on sait maintenant fabriquer industriellement) est miscible en toutes proportions avec l'essence de pétrole. Cet alcool, presque absolu, pourrait ensuite être utilisé seul. Son rendement dans un moteur à explosion dépasserait

Digitized by Google

celui de l'essence dès que le taux de compression préalable du mélange tonnant atteindrait le rapport 8.

Le problème des transports coloniaux ne se limite du reste pas à celui des voyageurs mais bien au contraire il s'agit d'amener vers les lieux de consommation des matières premières encombrantes (telles que les huiles, les grains, etc...) ce qui a pour conséquence la nécessité de l'emploi d'un carburant bon marché, non grevé des frais préalables de transport, c'est-à-dire susceptible d'être obtenu sur place un peu partout.

D'ailleurs, l'alcool « anhydre » a déjà reçu de nombreuses applications et plus de 158.000 hectolitres ont déjà été utilisés.

Difficultés vaincues. — On ne peut songer dans les régions tropicales à préparer le malt nécessaire pour la fabrication de l'alcool et il est pratiquement impossible de transporter à pied d'œuvre, l'acide nécessaire à la saccharification des matières amylacées.

Actuellement, quelques ampoules d'un volume de cinq centimètres cubes contenant des cultures pures de mucor ou de levure suffisent à assurer la mise en route et la marche des distilleries utilisant les matières amylacées ou sucrées disponibles.

En outre, sauf en ce qui concerne les cuves à levain d'un encombrement très faible, il est possible de travailler avec des cuves en bois ouvertes qu'on pourrait au besoin construire sur place.

Nous n'exposerons pas aujourd'hui les perfectionnements des appareils de distillation. Néanmoins, nous indiquerons qu'avec les colonnes actuelles on peut distiller, sans dépense exagérée de charbon, des jus très pauvres en alcool. Des procédés, sur lesquels nous nous proposons de

Fig. 46. — Récolte dans une plantation Egyptienne d'Agaves (ou sisal)

revenir, permettant la fabrication de l'alcool de grains ou autres matières amylacées sans acide ni malt et en cuves ouvertes, ont été mis au point, appliqués industriellement et assurent un excellent rendement.

Autres carburants possibles. — Que l'on emploie comme moyens de transports en Afrique, l'automobile, la locomotive ou l'avion (et l'on sera sans doute amené à utiliser simultanément ces différentes machines) des combustibles ou des carburants sont nécessaires.

D'après le Commandant de la Fargue (exportateur français du 25 septembre 1924, page 559), les combustibles envisagés dans la région saharienne seraient les huiles d'arachide, d'olive, de palme pour les moteurs à huile ; le charbon de bois pour les moteurs à gazogène : il n'est pas même question de l'alcool.

Or, le prix des huiles est prohibitif et ne paraît pas devoir diminuer en raison de leurs très nombreuses applications industrielles. Le nouvel emploi qui en est proposé n'est, du reste, pas de nature à faire baisser les cours.

Quant au charbon de bois, outre que la qualité de ce produit est très variable, surtout aux colonies, les moteurs à gazogène resteront toujours plus lourds et plus encombrants, à puissance égale, que les moteurs à explosion.

Il est évident que l'alcool anhydre à 99°6, produit chimiquement défini, de propriétés invariables, est infiniment préférable.

Comment pourrait-on songer, d'autre part, à l'emploi des locomotives à vapeur chauffées au bois alors que nous voyons nos réseaux de chemins de fer renoncer à la vapeur sur les lignes de petit trafic ? Les locotracteurs à essence sont, en effet, bien plus économiques pour différentes raisons et notamment par suite de leur mise en marche immédiate, de leur conduite facile qui exige un seul homme, de la quantité d'eau négligeable, du faible poids des approvisionnements en combustibles, ce qui diminue le poids mort et par conséquent la fatigue des voies.

En outre, il y a lieu de tenir compte de la suppression de toute consommation pendant les arrêts ainsi que les autres avantages qui ont été exposés par M. Brille, ingénieur-conseil de la Société Schneider, dans sa conférence du 13 février 1924 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

D'ores et déjà les locotracteurs ou les automotrices Schneider, Scemia, Renault, Campagne, Berliet, Tartary, Crochat, etc..., pourraient être employés aux colonies.

Les mélanges alcool-essence sont non moins intéressants pour l'aviation. Les pétroliers eux-mêmes le reconnaissent d'une façon formelle (*Petroleum Times*, du 15 septembre 1923). En outre, nous ne manquerons à aucun secret profes-

Digitized by Google

sionnel en signalant que la Distillers C° qui est, à l'heure actuelle, la Société de distillerie la plus importante du monde a créé récemment une filiale, The International Sugar and Alcohol C°, dont le but exclusif est la fabrication de l'alcool comme carburant partout où cela est possible.

Enfin, dans la revue *Le Pétrole*, M. Fouque déclare que l'alcool, employé dans les moteurs à forte compression, est un carburant supérieur à l'essence (numéro du 1er septembre 1924).

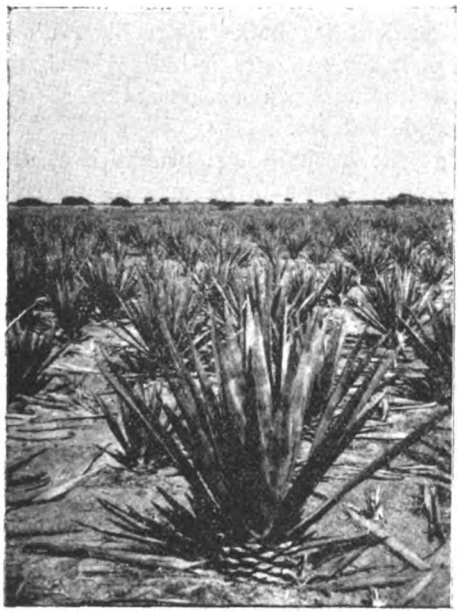


Fig. 47. — Plantation d'Agaves (Egypte).

Mais si les avantages techniques de l'alcool, particulièrement aux colonies, ne peuvent être discutés, on peut craindre que le prix de ce carburant ne soit, en général, trop élevé.

Fig. 48. — Magasins et Bâtiments de la défibration.

Prix de revient de l'alcool. — En France, en effet, l'alcool est plus cher que l'essence de pétrole. Si l'on a pu faire état des cultures de blé dont le rendement augmente de 50 % lorsque cette culture succède à celle des betteraves et du souci d'assurer notre approvisionnement en carburant pendant les périodes de tension politique ou de guerre, pour abaisser à l'aide de droits sur les pétroles importés, le prix de l'alcool en France, cet artifice ne peut être généralisé et *le carburant qui, à puissance égale, sera le meilleur marché, remplacera l'autre.*

Or, aux colonies, l'alcool sera moins cher que l'essence dès qu'on le fabriquera.

En effet, le charbon nécessaire au chauffage, peut, dans ces contrées, être remplacé par du bois, ce qui réduit des trois quarts la dépense en combustible.

On peut admettre une réduction des frais de main-d'œuvre dans la même proportion.

En ce qui concerne les matières premières, il faut distinguer deux cas.

Si la matière première a déjà un marché où elle peut être transportée sans grands frais, on ne peut songer à l'employer pour l'alcool. Ainsi, le riz de l'Indo-Chine, vendu aux Chinois qui paient en piastres, c'est-à-dire en or, ne peut servir à fabriquer l'alcool à bon marché.

Fig. 49. — Aspect du pied-mère avec ses bulbilles.

A Madagascar, dès que le manioc est embarqué, son cours est celui du marché mondial, mais utilisé sur place et dégrevé aussi des frais de transport, de mise en cale et de courtage, on pourrait en tirer l'alcool à soixante-huit francs. Comme cette culture peut se développer sur d'immenses territoires, on pourrait ainsi fabriquer l'alcool susceptible

Digitized by Google

d'être amené à Marseille par exemple, pour être offert à un prix sensiblement inférieur à celui de l'essence.

Il en serait ainsi *a fortiori* à Bourem et dans les stations de l'Afrique centrale pour tout l'alcool fabriqué dans la région. Une petite distillerie installée à Bangui donnerait de l'alcool dix fois moins cher que l'essence, qui doit y être transportée à dos d'hommes.

Emploi des bananes et des matières amylacées. — En Guinée, les bananes de qualité inférieure

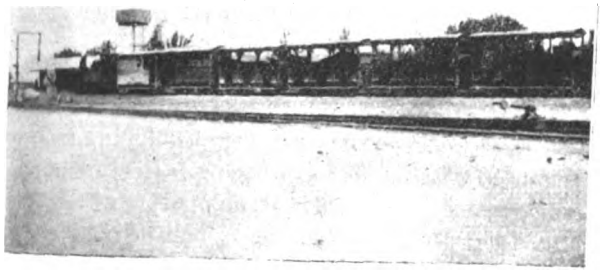


Fig. 50. — **Le chemin de fer de la plantation.**

pourraient donner dix à trente litres d'alcool aux 100 kilogrammes. Or, chaque plante donne deux régimes de trente kilogrammes et un hectare peut produire de huit cents à neuf cents régimes. Ce sont là des quantités vraiment industrielles.

Sauf pendant les périodes de disette, les sorghos, millet, maïs, maniocs de nos colonies d'Afrique fourniraient une matière première abondante dont on pourrait tirer de l'alcool revenant entre 35 et 80 centimes le litre.

Il faudrait parfois s'organiser et décider les indigènes à augmenter leur production. En Indo-Chine, les cultures de riz se sont développées autour des villages où l'on a rétabli les maisons de jeux. Les tenanciers chinois s'entendent, en effet, à merveille pour se faire payer en riz et pour voler les Annamites. Mais il existe des moyens plus recommandables de développer les besoins et, par conséquent, l'activité des indigènes.

La certitude de l'achat régulier de leurs récoltes par la distillerie sera le meilleur stimulant.

Emploi de l'agave. — Une des cultures les plus intéressantes pour la fabrication de l'alcool c'est l'agave, désigné sous le nom de sisal.

Cette plante, dont la fibre fournit notamment la ficelle pour les moissonneuses lieuses, est cultivée sur de grandes étendues dans les possessions britanniques du Kenia, Tanganika, en Égypte, aux Indes, au Mexique, au Zambèze, etc...

La fibre peut également remplacer le chanvre dans beaucoup d'usages. Cette marchandise est

Fig. 51. — **Cliché montrant les espacements.**

très demandée partout et l'on ne peut craindre d'en multiplier la production. D'ailleurs, la fibre ne représente que 3 % du poids des feuilles ; le reste, 97 %, formé surtout du parenchyme, peut fournir six litres d'alcool aux 100 kilogrammes.

Fig. 52. — **Vue générale d'une plantation d'Agaves ou sisal.**

Cette matière première, presque aussi riche que la betterave, mais inutilisée, partant sans valeur, est d'autant plus intéressante pour la fabrication de l'alcool. Il suffit d'en extraire le jus fermentescible à l'aide de presses et le résidu qui ne contient plus que 25 à 30 % d'eau peut encore servir

Digitized by Google

de combustible, non seulement pour la distillerie mais encore pour l'installation de défibration.

On se trouve donc dans des conditions réellement séduisantes : la fibre extraite paie la culture, la matière première (sous-produit de défibration) est sans valeur et rassemblée en un point où l'on peut installer la distillerie dont la force motrice sera assurée par le déchet des presses d'extraction du jus.

FIG. 53. — Pied de sisal en exploitation.

Il se trouve que cette plante réussit parfaitement en Algérie, Tunisie, Maroc et autres possessions françaises en Afrique ; 600 hectares sont plantés en Annam et dans le département d'Oran les plants que M. Callot avait fait venir du Mexique ont donné des fibres de première qualité.

Mais tout ce qui a été fait jusqu'à présent est à peu près négligeable. C'est d'autant plus regrettable que l'agave pousse même sur les terrains les plus pauvres comme les récifs coralligènes et donnerait assez de fibre pour éviter tous achats à l'étranger en même temps qu'une quantité notable d'alcool.

Conclusions

L'installation de distilleries modernes dans les régions coloniales où l'on développerait la culture de certaines plantes particulièrement de l'agave, est d'un intérêt économique considérable pour notre pays.

Les oléagineux ont déjà un marché et une valeur trop élevés pour la fabrication à bon compte de l'alcool carburant ; les houilles, les lignites sont à peu près inconnues dans nos colonies ; les carburants de synthèse ne constituent qu'une promesse pour l'avenir. Enfin, les gazogènes à bois ne sont encore qu'un pis aller.

Si nous voulons développer nos transports coloniaux, c'est-à-dire faciliter l'acheminement vers la France des nombreuses matières premières indispensables à nos industries, le carburant le plus facile à produire rapidement, en grande quantité et à bon marché, ce serait l'alcool.

La seule solution de l'alcool carburant national c'est, croyons-nous, l'alcool carburant colonial.

H. BOULARD,
Ingénieur Agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Analyse spectrale en Astronomie. — Auguste Comte pensait qu'il était à jamais interdit à l'homme de pénétrer le mystère de la constitution des astres, trop éloignés de nous pour que nous puissions examiner ce qu'ils renferment. Cette prédiction malheureuse montre combien il faut être prudent quand on prétend limiter le champ possible des investigations scientifiques. Les astres sont, pour la plupart, des foyers lumineux intenses ; la lumière qu'ils émettent et que nous recevons établit un lien entre eux et nous et son étude a fourni des résultats extrêmement précis sur leur structure physique, leur composition chimique, leur vitesse et leur température.

a) La lumière solaire donne un spectre continu sillonné d'un grand nombre de raies noires (raies de Fraunhofer). Avec un spectroscope puissant on peut en observer des milliers rien que dans la partie visible. Ce spectre a tous les caractères d'un spectre d'absorption. La lumière qui le fournit doit provenir d'une masse incandescente donnant un spectre continu et traverser ensuite un milieu gazeux absorbant.

Il existe des raies qui sont plus ou moins marquées suivant que les rayons solaires ont traversé une épaisseur plus ou moins grande de notre atmosphère ; elles sont très intenses lorsque le Soleil est près de l'horizon et s'affaiblissent à mesure qu'il s'approche du zénith, ou

Digitized by Google

mieux encore lorsque l'observateur est sur une haute montagne. Ces raies sont dues évidemment à une absorption, subie dans l'atmosphère terrestre; on trouve les mêmes raies dans le spectre fourni par la lumière qui a traversé quelques kilomètres de notre atmosphère, par exemple dans la lumière d'un phare ou d'un projecteur situé un peu loin de l'observateur. On les appelle *raies telluriques*. Les raies telluriques les plus intenses sont dues à la vapeur d'eau, à l'oxygène, à ozone.

Mais, l'intensité de la plupart des raies est indépendante du trajet des rayons dans l'atmosphère terrestre. L'absorption correspondante ne peut se produire que dans le Soleil. Un grand nombre de ces raies occupent exactement la place des raies brillantes que donnent certaines vapeurs incandescentes. Par exemple, il existe dans le spectre solaire une double raie noire (raies D_1 et D_2) occupant *exactement* la place de la double raie brillante du sodium; à chacune des nombreuses raies brillantes du fer correspond *exactement* une raie noire du spectre solaire.

On a été ainsi conduit à admettre que le Soleil comprend : 1° une partie incandescente appelée *photosphère*, où la matière existe dans un état très grand de condensation qui, si elle était seule, donnerait un spectre continu; 2° une atmosphère, appelée *chromosphère*, dont la température est également très élevée et qui contient, à l'état de vapeur, la plupart des éléments que nous connaissons à la surface de la Terre. C'est dans cette atmosphère que se produit l'absorption qui donne naissance aux raies noires non telluriques. La présence des raies d'absorption d'un élément dans le spectre nous indique l'existence de cet élément dans la chromosphère.

La chromosphère donnerait, si elle était seule, un spectre composé de lignes brillantes. Ce spectre a pu être observé lors des éclipses totales de Soleil : il arrive un moment où la Lune cache en entier la photosphère; à ce moment, la lumière émise par le bord encore visible du Soleil donne un spectre composé de lignes brillantes (*spectre-éclair*).

Au delà de la chromosphère s'étend une région encore lumineuse, mais qui n'est visible que pendant les éclipses de Soleil parce que, en temps ordinaire, son éclat est trop faible pour être distingué dans la lumière éblouissante émise par l'astre : c'est la *couronne*. Le spectre discontinu, à lignes brillantes, de la couronne contient, outre les raies de l'hydrogène, la raie jaune de l'hélium et une raie verte qu'on ne peut rapporter à aucun élément connu et qu'on attribue à un élément actuellement non encore isolé le *coronium*.

La *Lune*, qui nous renvoie la lumière du Soleil, donne un spectre identique au spectre solaire. Il en est de même des *planètes*, à quelques raies près produites par l'absorption de leur atmosphère.

Du point de vue de leur spectre, on peut diviser les *étoiles* en quatre grandes classes : 1° les étoiles blanches à hydrogène, où les raies de ce gaz apparaissent prépondérantes et, le plus souvent, presque seules; 2° les étoiles jaunes, analogues au Soleil, où prédominent les raies des métaux, du fer principalement; 3° les étoiles rougeâtres qui présentent de fortes bandes sombres, indice de combinaisons chimiques et de températures plus basses; 4° les étoiles rouges foncées, dont le carbone, avec ses bandes caractéristiques, constitue l'élément le plus marquant.

Les *Nébuleuses non résolubles* fournissent un spectre de lignes (les nébuleuses sont donc des gaz incandescents) parmi lesquelles on trouve celles de l'hydrogène et une raie qu'on ne peut rapporter à aucun élément connu et qui fait supposer la présence dans les nébuleuses d'un gaz simple, très léger, non encore isolé, et qu'on appelle le *nébulium*.

L'analyse spectrale établit l'unité de composition de l'Univers : en dehors du nébulium et du coronium, tous les éléments dont elle nous révèle l'existence dans les astres existent sur notre globe. Mais il y a plus. Bien avant que la découverte de la radio-activité ait permis de constater des transmutations atomiques, la composition des astres avait imposé à Lockyer l'idée d'une évolution de la matière. Les nébuleuses, que beaucoup de faits semblent indiquer comme étant les états antérieurs des étoiles dont la composition est assez voisine de celle du Soleil, ne renferment que des éléments très légers : hydrogène, nébulium, hélium. Il faut en conclure que les divers éléments qui existent dans les étoiles se forment durant la condensation progressive des nébuleuses. Au fur et à mesure que se poursuit l'évolution, apparaissent des éléments de masse atomique de plus en plus grande.

b) L'astronomie de position ne fait connaître que les déplacements latéraux des astres sur la sphère céleste; elle ne renseigne pas sur les mouvements par lesquels les astres s'approchent de notre globe. L'importance du principe de Döppler-Fizeau en astrophysique tient à ce qu'il fournit une méthode permettant d'atteindre ces mouvements.

De la vitesse latérale que fournit l'astronomie de position et de la vitesse radiale que fournit la méthode Doppler-Fizeau, on peut déduire la vitesse vraie de l'étoile par rapport à notre globe ou, ce qui revient sensiblement au même, la vitesse de l'étoile par rapport au système solaire.

Les mesures faites sur un grand nombre d'étoiles brillantes, les plus rapprochées de nous, indiquent que le système solaire se déplace par rapport à l'ensemble de ces étoiles avec une vitesse d'environ 19,5 km : sec et se dirige vers un point de la sphère céleste situé dans la direction de Véga, qu'on appelle l'*Apex*. Par rapport aux étoiles les plus éloignées, la vitesse du système solaire est d'environ 30 km : sec. L'ensemble des étoiles brillantes serait donc en mouvement par rapport aux astres les plus lointains.

La même méthode a été appliquée aux amas globulaires, amoncellements de quelques milliers d'étoiles autour d'un point, qui constituent l'un des objets les plus curieux que l'on puisse voir dans une grande lunette; elle a fourni des vitesses d'environ 150 km. par seconde, le sens étant en général celui du rapprochement. Avec les nébuleuses spirales, la vitesse est encore plus grande, 600 km : sec, en moyenne, le sens étant plutôt celui de l'éloignement : « Ce dernier résultat surtout est extraordinaire, il appuie la thèse déjà soutenue par de bonnes raisons qui place les nébuleuses spirales très loin de notre système solaire et en fait des Univers distincts. Or, dans les grands télescopes actuels, le nombre des étoiles relevées dans la Galaxie atteint deux milliards et le nombre des nébuleuses est voisin de un million. L'esprit reste confondu devant une telle accumulation de Soleils dans un même univers et aussi devant une telle accumulation d'univers » (Deslandres).

c) L'examen spectroscopique de la lumière émise par les astres nous renseigne sur leur température. Une méthode très simple, du moins en principe, consiste à confronter les spectres stellaires avec ceux que fournis-

Digitized by Google

sent les divers éléments, dans des sources de températures croissantes : flamme, chalumeau oxhydrique, four électrique, arc, étincelle de plus en plus condensée et puissante.

On peut aussi, assimilant l'astre à un corps noir, comparer les intensités de deux radiations dans la lumière qu'il émet : le rapport de ces intensités varie avec la température suivant une loi déterminée et permet de la calculer. Par ces méthodes et par d'autres on a pu évaluer d'une manière approchée les températures d'un grand nombre d'étoiles. Ces températures varient grandement suivant le type spectral; elles sont de l'ordre de 4.000° pour les plus froides et dépassent 10.000° pour les plus chaudes.

d) Toutes ces données sur les étoiles peuvent paraître décousues et difficiles à relier. C'est que les étoiles que nous voyons sont comme les arbres d'une forêt à des stades différents de leur développement : les unes naissent sous nos yeux; d'autres sont en pleine jeunesse; d'autres encore, après avoir atteint leur âge mûr, sont dans la période de déclin; d'autres enfin sont mortes où vont s'éteindre. Mais, tous les faits accumulés, en apparence disparates, prennent une signification précise dans l'hypothèse actuellement admise sur l'évolution des étoiles.

D'après cette hypothèse, les étoiles se forment par la condensation progressive des nébuleuses. Cette condensation dégage de la chaleur et tend à élever la température; d'autre part, le rayonnement de l'étoile tend à abaisser cette température. En tenant compte de ces deux facteurs, on trouve que la température commence par croître, atteint un maximum et décroît ensuite : l'étoile, d'abord rouge, devient successivement jaune, puis blanche, puis redevient jaune et rouge; sa température passerait deux fois par la même valeur, d'abord en croissant puis en diminuant et, dans le premier stade, l'étoile est plus volumineuse que dans le second.

Si, en effet, on prend les étoiles rouges (donc de même température) et qu'on calcule l'éclat qu'elles auraient, ramenées à une même distance de notre globe, ces étoiles se classent en deux groupes, les unes de fort, les autres de faible éclat. Pour une même température et une même distance, l'éclat ne peut dépendre que de la grosseur de l'astre; les étoiles de grand éclat doivent être les plus grosses; elles forment le groupe des étoiles géantes par rapport aux autres qui forment le groupe des étoiles naines.

Dans cette évolution cosmique, les atomes ne restent pas inaltérés; ils se modifient, passant des formes les plus simples aux plus complexes : les astres apparaissent comme de gigantesques creusets où se réalise spontanément cette transmutation de la matière, si longtemps considérée comme impossible et dont la radio-activité nous a apporté la révélation magnifique. A. Bc.

Physique

Le rêve des alchimistes. — On a dit bien souvent que les phénomènes radioactifs réalisaient le rêve des alchimistes... Façon de parler, car les transformations radioactives sont spontanées, nous ne savons ni les produire, ni même en régler le cours, et il y a loin de ces phénomènes auxquels nous devons nous résigner à assister passivement, à la transmutation provoquée à volonté d'un vil métal en or fin. Or, il semble que nous soyons sur le point d'obtenir cette dernière, si tant est que le mercure puisse être considéré comme un vil métal.

Je ne rappellerai que pour mémoire les belles expériences par lesquelles M. Rutherford réussit à désintégrer le noyau de divers atomes, en faisant perdre à ces atomes, par bombardement au moyen de particules α, un ou plusieurs nucléons (noyau de l'atome d'hydrogène) : premiers exemples de *transmutations* véritablement provoquées.

Or, de recherches spectroscopiques récentes de MM. Nagaoka, Sugiura et Mishima, résulte ce fait remarquable que dans le noyau de l'atome de mercure, qui n'est somme toute qu'un noyau de l'atome qui le précède, l'or précisément, alourdi d'un nucléon, ce nucléon occuperait par rapport au reste du noyau de l'atome de mercure une position un peu excentrique dont résulterait la possibilité de l'expulser avec une aisance relative, par un bombardement approprié au moyen de particules α. Remarquons que cette expulsion aurait pour effet immédiat de transformer l'atome de mercure en un atome d'or, donc de réaliser, pour cet atome, le rêve des alchimistes. Il est juste de dire que, si l'expérience était faite dans les conditions des désintégrations de M. Rutherford, elle ne porterait, en un temps fini, que sur un nombre relativement petit d'atomes, donc sur une masse infime de matière. Le fait n'en est pas moins intéressant, d'autant que des moyens plus puissants de désintégration peuvent être découverts par la suite. L. Brüninghaus.

Chimie

Combustion spontanée des huiles pour moteurs Diesel. — Dans les moteurs Diesel, la combustion spontanée des huiles est obtenue dans une atmosphère d'air comprimé.

Il n'existe pas encore d'appareil permettant d'étudier la combustion des huiles sous pression, mais on construit, en Allemagne, plusieurs appareils qui donnent les températures d'explosion à la pression atmosphérique, d'un mélange d'huile avec de l'air ou de l'oxygène, sans intervention d'aucune flamme. Ces points de combustion spontanée sont intéressants pour comparer divers combustibles liquides.

L'appareil Krupp est un simple creuset ménagé dans un bloc de réchauffage en acier spécial (fig. 54) et dans

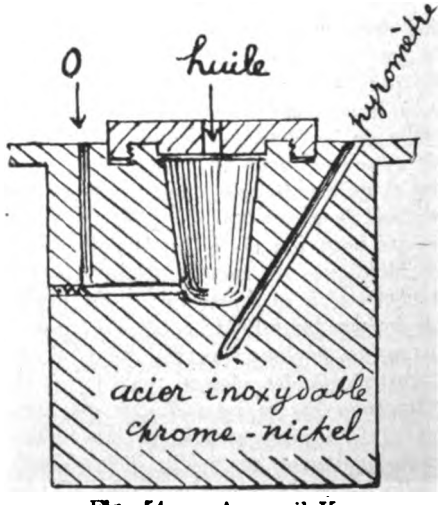


Fig. 54. — Appareil Krupp.

lequel on fait tomber à l'aide d'une pipette, d'une manière lente et régulière une petite quantité d'huile, tandis que l'oxygène déshydraté est introduit au fond du creuset.

Dès qu'une petite explosion se manifeste, on note la température du bloc d'acier à l'aide d'un pyromètre dont

Digitized by Google

on introduit aussitôt le couple thermo-électrique dans le creuset afin de déterminer l'excès de température de celui-ci par rapport au bloc, écart qui n'excède pas 20° C.

Voici, pour fixer les idées, quelques points de combustion spontanée qui ont été déterminés à l'aide de cet appareil par M. Dol, officier mécanicien de la Marine :

Huile lampante	235°
Huile de lignite	240
Gas-oil (Riedemann)	255
Huile légère (Ehrhardt et Schmer)	326
Huile d'anthracène	425
Huile de goudron	455
Goudron de houille	465

Il ne faut pas confondre ces points avec le point d'éclair ou d'inflammabilité et le point d'ignition qui, tous deux, se déterminent ou contact d'une flamme.

Il ne faut pas les confondre, non plus, avec les températures auxquelles peut s'effectuer la combustion sous pression dans les moteurs, températures qu'il y aurait grand intérêt à connaître. Ed. M.

Statistique

Consommation des engrais chimiques dans le monde. — Il est intéressant de jeter un coup d'œil sur la situation de la consommation des engrais chimiques dans le monde. La troisième édition de la publication, par l'Institut international d'Agriculture, d'un volume de Statistiques sur cette question nous met sous les yeux des chiffres particulièrement suggestifs.

En ce qui concerne les engrais phosphatés, on constate, entre les années 1922 et 1913, un écart énorme dans la consommation :

en 1913	156.955.434	quintaux métriques.
en 1922	118.513.618	— —

soit une différence en moins de plus de 38.000.000 de quintaux (24,4 %).

Les engrais potassiques accusent une augmentation de consommation de 2.362.232 quintaux :

en 1913	16.893.330	quintaux
en 1922	19.255.562	—

Quant aux engrais azotés, leur consommation est pratiquement stationnaire :

en 1913	39.942.900	quintaux
en 1922	40.087.585	—

Sans doute une statistique comprenant la consommation des engrais dans tous les pays du monde présente des imperfections de détail; certains pays très lointains peuvent n'avoir répondu qu'imparfaitement au questionnaire détaillé qui a été adressé à tous les gouvernements et à toutes les colonies par l'Institut international d'Agriculture : ces lacunes. dans le total global de la production et de la consommation des engrais, sont sans aucune importance. Ce qui découle surtout de l'examen de ces chiffres, c'est que la production des engrais chimiques représente un tonnage énorme, d'environ deux cents millions de quintaux : les grandes nations du monde, la France en particulier, peuvent donc raisonnablement avoir *une politique des engrais.* M. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

La propulsion électrique des navires. — On sait que les hélices marines donnent leur maximum de rendement pour une vitesse de rotation de l'ordre de 50 à 300 tours-minute, du même ordre de grandeur par suite que la vitesse optima des machines à vapeur alternatives : il est donc aisé de réaliser l'attaque directe d'une hélice par un moteur à pistons. Mais d'autre part la tendance actuelle est de remplacer, partout où cela est possible, la machine alternative par la turbine, beaucoup plus légère, à puissance égale et de rendement nettement supérieur. La construction navale ne pouvait y échapper. Malheureusement la vitesse de rotation d'une hélice ne peut guère dépasser 500 tours-minute, sous peine de voir se produire les phénomènes de cavitation, par lesquels l'hélice tournant dans une émulsion d'eau, d'air et de vapeur, ne produit plus aucune puissance. Comme la vitesse normale des turbines de quelques milliers de chevaux est de l'ordre de 2 à 3000 tours-minute, il ne peut donc être question de réaliser l'attaque directe d'une hélice par une turbine (à moins d'utiliser l'artifice de Parsons, mettant plusieurs corps de turbine en série sur un même ordre, ce qui a le défaut de diminuer le rendement et d'alourdir la machine, tout en présentant par ailleurs d'incontestables avantages). Tenus d'un côté par la vitesse de rotation maximum des hélices, de l'autre par la vitesse de rotation minimum des turbines, les constructeurs ont cherché, pour mettre chaque appareil dans les conditions de meilleur rendement, à réduire la vitesse de rotation depuis les turbines jusqu'à l'hélice.

La première idée a été de réaliser les engrenages réducteurs pour lesquels on sait obtenir d'excellents rendements : de l'ordre de 0,97 pour une puissance de 10.000 chevaux (1), et parfois plus. Plus récente, une autre solution fort curieuse, très surprenante au premier abord, est offerte par la transmission électrique. La turbine à vapeur entraîne un générateur électrique, lequel fait tourner un moteur placé presque contre l'hélice. Cela offre d'abord l'avantage de supprimer les lignes d'arbres d'un entretien continuel et assez délicat, et d'y substituer des câbles fixes auxquels il n'y a plus à toucher, une fois la pose terminée. En second lieu, on peut remplacer par des moteurs électriques toutes les machines auxiliaires du navire : machines des pompes d'alimentation et de condensation, servo-moteurs des appareils de propulsion ou de gouvernail, etc. Or les moteurs à vapeur de tous ces auxiliaires ont généralement un rendement déplorable, en raison de leur faible puissance; d'autre part, ces moteurs doivent être naturellement près des appareils qu'ils commandent, et exigent par suite de longues tuyauteries placées dans des endroits où tout semble fait pour favoriser les condensations : on a évalué à plus de 30 kg. de vapeur la consommation par cheval-heure d'auxiliaire, alors qu'un bon groupe électrogène dans les mêmes conditions, n'exige pas plus de 6 kg. pour produire un KWh, rendant plus d'un cheval-heure avec un moteur électrique de construction très ordinaire. Si l'on tient compte que la puissance des auxiliaires est de l'ordre de 5 à 10 pour cent de la puissance des machi-

(1) De tels engrenages existent par exemple sur les croiseurs français du type *Primanguel.*

Digitized by Google

nes marines, on voit l'économie qui peut être réalisée dans cette voie : on est par exemple arrivé à une dépense de 450 g. de mazout par Ch.-h. pour l'arbre de l'hélice et on peut envisager des consommations de 350 g. moyennant certaines précautions. Mais — et ceci est un autre aspect de la question — les avantages de la propulsion électrique risquent de disparaître totalement, si on ne prend pas soin d'électrifier en même temps les auxiliaires. Ainsi, dans un navire où la vapeur avait été conservée pour ces derniers, il n'a pas été possible d'obtenir le cheval-heure avec moins de 900 g. de mazout ! En constructions navales, comme ailleurs, les demi-mesures sont toujours déplorables.

Dans quelles conditions peut-on employer la transmission électrique ?

Tout d'abord, le courant alternatif paraît s'imposer : il permet des puissances unitaires de moteurs bien plus grandes, il peut être construit pour des voltages bien plus élevés, ce qui, à puissance égale, diminue le poids des conducteurs ; enfin il met à l'abri des effets d'électrolyse, particulièrement à redouter sur la mer. Le courant est généralement triphasé : sa tension est de l'ordre de 500 à 5.000 volts, suivant la puissance des machines. Il est produit par des alternateurs tournant à 4.000 tours-minute pour les puissances d'un millier de chevaux, à 3.000 tours-minute jusqu'à 10.000 Ch., à 1.000 tours-minute quand on arrive aux alternateurs de 50.000 chevaux montés sur les croiseurs de bataille américains. La fréquence est par suite de l'ordre de 50 périodes par seconde.

Mais le courant alternatif a un grave inconvénient : les moteurs attaquant l'hélice, qu'ils soient du type synchrone ou asynchrone, ne peuvent pratiquement tourner qu'à des vitesses strictement déterminées par la fréquence du courant et le nombre des pôles du moteur. Par suite si on veut faire varier la vitesse du bâtiment, il faut, soit changer la vitesse du groupe électrogène et par suite la fréquence du courant produit, soit faire varier le nombre de pôles du moteur (1) d'hélice. La première solution est adoptée sur certains navires de guerre américains, pour lesquels elle permet de réaliser une gamme de vitesses très étendue ; la deuxième solution est préférée pour les navires de commerce. Enfin dans certains cas même, on n'a pas hésité à placer sur le même arbre d'hélice deux moteurs distincts, un pour chaque régime de marche. Cette solution est évidemment coûteuse ; en revanche, elle offre une sécurité pratiquement absolue contre les avaries de route.

Dans l'emploi de la transmission électrique, une difficulté se présente : il est possible de réaliser des moteurs à 50 périodes, de plusieurs milliers de chevaux, tournant à plus de 100 tours-minute ; la réduction électrique est donc alors fort intéressante. Mais en revanche, on ne peut que difficilement établir des moteurs d'un millier de chevaux tournant à 70 tours-minute (La vitesse de rotation normale des moteurs de cette puissance est d'au moins 300 tours-minutes). Les petits vapeurs de charge, d'un millier de chevaux, doivent donc renoncer à la réduction directe. Aussi dans ce cas, les constructeurs scandinaves ont-ils combiné la réduction électrique avec la réduction par engrenages : un alternateur à 3.000 — 4.000 tours-minute actionne un moteur à 500 tours-min., lequel attaque l'hélice par un engrenage de rapport 7/1 ramenant la vitesse à 70 tours environ. Le supplément de poids occasionné par l'engrenage est compensé partiellement par la diminution de masse du moteur, conséquence de la plus grande vitesse de rotation.

Naturellement, les navires à transmission électrique comportent une machinerie plus lourde que celle des navires à engrenages ou à attaque directe en raison de la présence de l'alternateur et du moteur : il ne paraît pas possible de descendre au-dessous de 18 à 20 kg. de poids par cheval développé à puissance maximum ; or les navires de guerre rapides (croiseurs légers, torpilleurs) exigent des machines ne dépassant pas 12 kg. par Ch. Pour ces bâtiments, la réduction par engrenages s'impose donc. En revanche, pour les grosses unités de guerre (croiseurs de bataille, cuirassés), pour les navires marchands, l'avantage de la transmission électrique paraît considérable : il est en effet possible de monter les différents éléments de propulsion dans des compartiments séparés, bien cloisonnés ; de placer les machines à l'endroit qu'elles réclament, et non à proximité des lignes d'arbres. Cela est le point de vue constructif ; du point de vue manœuvre, l'intérêt est aussi grand : les régimes de marche à allure réduite sont possibles, avec un excellent rendement, ce qui n'est pas le cas des organes usuels de croisière ; les variations de vitesse sont aisées par la manœuvre d'un simple commutateur ; les changements de marche sont très rapides : par exemple sur le *Guaruja*, on a pu passer de la vitesse de route à la « marche arrière doucement » en moins de sept secondes. Il paraît même possible de mettre les commandes dans la main de l'officier de quart, alors qu'à l'heure actuelle, ce dernier doit transmettre, pour exécution, l'ordre aux mécaniciens de service. De ce fait seul, la manœuvre gagne en rapidité, ce qui peut être particulièrement précieux dans des circonstances critiques. La transmission électrique semble donc avoir devant elle un très vaste avenir.

A. F.

(1) Cela peut se réaliser, soit par des connexions convenables faites sur les enroulements du moteur, soit plus simplement en plaçant sur une même armature deux enroulements différents.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la première séance de 1925, qui s'est tenue le 5 janvier, M. Bigourdan, président sortant, a prononcé l'allocution d'usage ; M. Bouvier, président pour 1925, a ensuite pris sa place. Il a fait ressortir les résultats obtenus par ses prédécesseurs, MM. Haller et Bigourdan, qui ont su, avec une courtoise sévérité, assurer la bonne tenue des séances. M. Lallemand, vice-président pour 1925, a pris place au bureau.

— L'Académie est autorisée à accepter le legs consenti par Mlle Antoinette-Marie Janssen, d'une somme de 100.000 f., dont les arrérages seront attribués, en cinq années, sous forme d'indemnité à un jeune docteur ès-sciences, se destinant à l'astronomie, autant que possible à l'astronomie physique.

— M. le président Bouvier a prononcé l'éloge funèbre du professeur Bergonié, correspondant de la section de médecine et chirurgie, élu le 15 mai 1916, mort victime de la Science.

— L'Académie devra élire bientôt un associé étranger et

Digitized by Google

un membre de la section de navigation et géographie, ainsi que neuf correspondants.

— M. le professeur Gorini, de Milan, assistait à la séance du 12 janvier.

— Le chimiste, M. Maquenne, membre de la section d'Economie rurale, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, vient de mourir. Il a réalisé d'importants travaux de chimie générale, de physique et chimie végétales. Nos lecteurs ont certainement lu avec beaucoup d'intérêt l'article qu'il a fait paraître récemment dans nos colonnes (p. 441), sur *l'Expérience de Garreau et la fin du Monde*.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 6 janvier, le président sortant, M. Doléris, a résumé l'œuvre et les travaux effectués pendant l'année 1924. Le nouveau président, M. Barrier, a mis en relief l'intérêt que présente la Médecine vétérinaire et a rappelé les noms des vétérinaires qui ont appartenu à l'Académie.

Société d'horticulture de France. — Des cours publics et gratuits sur les maladies et les insectes qui attaquent les arbres fruitiers auront lieu au siège de la Société, 84, rue de Grenelle, à 20 h. 30.

— A partir du 6 janvier MM. Dufrenoy et Guyot, ingénieurs agronomes, étudieront les maladies et l'emploi des bouillies.

Le cours se poursuivra par des leçons de M. Trouvelot, docteur ès-sciences, sur les insectes et les modèles d'appareils destinés à les détruire.

Cours d'arboriculture fruitière. — M. L. Cuny, jardinier en chef, fait, depuis le 15 janvier, au jardin du Luxembourg, les lundis et jeudis, à 9 h. 30, des leçons publiques et gratuites d'arboriculture fruitière. Douze séances seront consacrées à la taille des arbres et 6 excursions auront lieu avant le 6 avril.

Observatoire du Mont-Blanc. — M. Henry Vallot, directeur fondateur de l'Observatoire, président d'honneur du Club Alpin, est promu officier de la Légion d'honneur.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — D'après le décret récemment publié, sur les bourses d'enseignement supérieurs (*J. Off.*, 11 janvier), le mode d'attribution après concours ne sera pas modifié. Les articles 10 et 11 prévoient l'attribution de nouvelles bourses d'études ou de recherches en France ou à l'étranger.

« Les étudiants des facultés et instituts d'universités ou de facultés en cours d'études peuvent obtenir une des bourses nationales prévues aux articles 10 et 11, à condition d'avoir passé avec succès les examens de l'année précédente ou d'avoir satisfait à certaines épreuves qui seront déterminées par arrêté ministériel.

« Le renouvellement des bourses est fait chaque année dans les mêmes conditions. »

Université de Paris. — Des conférences publiques sont organisées, depuis le 16 janvier, à la Faculté de Droit, tous les vendredis, à 17 h. 30, jusqu'au 13 mars. Elles seront annoncées chaque semaine. Quelques sujets sont de nature à intéresser nos lecteurs ; en particulier, le 20 février, la question du Blé sera exposée par M. Hitier ; le 6 mars, celle de la législation de l'Électricité par M. Mestre.

Faculté des Sciences. — Chaire de mécanique des fluides et applications, fondée par le sous-secrétariat de l'aéronautique.

M. C. Camichel, correspondant de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Toulouse, a commencé le 13 janvier une série de 8 conférences sur les conduites forcées ; il les continue les mardis, jeudis et samedis, à 16 h. 30 à l'amphithéâtre de Géologie.

L'affiche n'a été placardée que le 10 janvier, et nous nous excusons d'en prévenir si tard nos lecteurs. Évidemment il serait bon d'obtenir une publicité meilleure. Nous avons pu cependant, dès le 14 juillet, faire connaître le programme et l'horaire des cours d'hiver de la Faculté des Sciences, mais les horaires donnés n'ont paru qu'un mois avant la rentrée de la Faculté. Dans les Universités étrangères, les programmes paraissent au moins trois mois à l'avance, ce qui facilite le recrutement des auditeurs. Faute d'une publicité suffisante, des cours fort intéressants manquent parfois d'auditeurs. — Mme Pauline Ramart, chef des travaux, est nommée Maître de conférences de chimie organique.

Institut de chimie appliquée. — En attendant que le nécessaire soit fait pour rassembler une collection permanente de Produits chimiques analogue à celle que possède l'Institut de Strasbourg, l'Association des anciens élèves, grâce à l'initiative d'un de ses membres, M. Muraour, ingénieur des poudres, a pu organiser une exposition des produits chimiques et d'échantillons de grandes firmes allemandes (Bayer, la Badische Anilin, les usines d'Hœchst, Casella, etc.).

— M. Nusbaumer, ingénieur-chimiste, fera 5 conférences à la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, les 26 janvier, 2, 9, 16 et 23 février, à 20 h. 45, sur l'organisation des usines, auxquelles sont conviés, en outre, les élèves des Ecoles d'application de l'École polytechnique. Les cartes d'admission peuvent être retirées à l'Institut de Chimie appliquée, 1, rue Pierre Curie.

Conservatoire des Arts et Métiers. — M. Eon est nommé chef stagiaire des essais de métaux au laboratoire d'essais.

— Des exercices pratiques de chronométrage, en vue d'application aux industries, auront lieu de 16 h. 30 à 18 h. les samedis 17, 24 janvier, 7, 14, 21 février, 7, 21, 28 mars, 2, 9, 16, 30 mai, 6, 13 juin.

École supérieure des Mines. — M. l'inspecteur général, De Ruffi de Pontevès-Gévaudan, est nommé professeur d'économie industrielle, en remplacement de M. Frantzen, démissionnaire. Les collections restent ouvertes au public les mardis, jeudis, samedis de 14 heures à 16 heures.

Institut national agronomique. — Le 2 février aura lieu le concours pour la Maîtrise de conférences d'arboriculture et de culture potagère.

— Le 6 février, aura lieu le concours pour la nomination d'un chef des Travaux de la chaire de génie rural.

Université de Lille. — Par arrêté du 24 décembre 1924, une École de Chimie est créée à la Faculté des Sciences. Un Institut et une École de Chimie existaient déjà avec une scolarité de trois ans, sanctionnée par le diplôme d'ingénieur chimiste ???

Université de Grenoble. — *Ecole de papeterie.* — 16 élèves dont cinq vétérans ont reçu le diplôme d'ingénieur papetier aux sessions de juillet et de novembre 1924. La scolarité est de deux ans.

Université d'Aix-Marseille. — La chaire de Zoologie de la Faculté des Sciences est vacante (15 janvier). R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 29 décembre 1924

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R.-H. Germay.* — **Sur l'intégration par approximations successives des systèmes d'équation aux dérivées partielles de premier ordre de forme résolue.**

Digitized by Google

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Fritz Carlson* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions entières.**

— *S. Stoïlow* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'ensemble où une fonction continue a une valeur constante.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Antoine Lomnicki.* — **Sur quelques généralisations du triangle arithmétique de Pascal.**

ÉLASTICITÉ. — *Marcel Brillouin.* — **Équations d'état de la phase plastique d'un solide naturellement isotrope.**

HYDRAULIQUE. — *L. Escande* et *M. Ricaud* (prés. par M. Rateau). — **Sur quelques procédés de mesure des vitesses en hydraulique.**

Lorsqu'il s'agit d'un régime turbulent, les poussières en suspension ne permettent pas d'effectuer des mesures. Celles-ci peuvent être obtenues, en remplaçant les poussières par des billes de quelques millimètres de diamètre, leurs dimensions devant correspondre, d'après M. Rateau, à celle des remous ou tourbillons qui constituent la turbulence.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *A. de Grammont de Guiche* (prés. par M. A. Rateau). — **Indicateur acoustique de vitesse relative pour aéronef.**

Il s'agit d'une hélice très légère entraînée par le vent relatif, qui actionne une roue dentée en fer doux, dont les dents passent successivement en regard des pôles d'un aimant permanent : les variations alternatives de flux se font sentir dans une bobine qui est placée en série avec le circuit d'un téléphone. Les changements relatifs de vitesse, les piqués et les cabrages de l'avion sont signalés par les variations du son.

— *R. Biquard* et *A. Chenu* (prés. par M. Rateau). — **Procédé de régénération du gaz des dirigeables évitant leur dégonflement.**

Le dégonflement d'un dirigeable, suivi d'un regonflement avec du gaz pur, est une opération dangereuse, susceptible de nuire à sa conservation. Les auteurs ont mis en évidence, par le calcul et l'expérience, qu'on pouvait rendre au gaz intérieur toutes ses qualités en le faisant circuler entre le ballon, ou les ballonnets et des appareils épurateurs convenables, établis de manière que le circuit gazeux comprenne toute la capacité du ballon.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Guillaume* (prés. par M. B. Baillaud). — **Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1924.**

Il y a eu 87 jours d'observations et on a constaté une augmentation du nombre des taches et de l'étendue des facules.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur certains coefficients de self-induction des alternateurs.**

M. Blondel donne le moyen de mesurer la self-induction totale propre des fuites de l'induit et la résistance apparente de l'induit dans les phénomènes de court circuit.

— *A.-P. Rollet* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Un fréquencemètre électrolytique de construction simple.**

Cet appareil enregistre automatiquement sur des électrodes d'argent, les réactions chimiques inverses — (oxydation et réduction) — qui ont lieu lors de l'électrolyse d'une solution alcaline par le courant alternatif.

L'écoulement de l'électrolyte pendant l'électrolyse fait émerger les électrodes, qui apparaissent alors recouvertes de bandes alternativement oxydées et réduites suivant les changements de sens du courant.

Le nombre de changements de sens est le double du nombre de périodes.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Albert Nodon* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Recherches sur les rayons X de grande longueur d'onde.**

L'auteur expose qu'il avait indiqué, déjà en 1901, la production de rayons X très mous, sous l'influence simultanée des radiations ultraviolettes et d'un champ électrique, et qu'il s'agissait sans doute de rayons X de grandes longueurs d'ondes, dont l'étude est aujourd'hui en honneur.

— *J.-H. Shaxby* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur l'obtention des diagrammes de Laue au moyen de rayons X monochromatiques et sur la structure de la nacre.**

De cette étude, il résulte que la partie minérale de la nacre consiste en cristaux d'aragonite, dont l'axe quasi hexagonal est normal aux feuillets.

SPECTROSCOPIE. — *F. Croze* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la structure du spectre des lignes de l'azote.**

Une étincelle éclatant dans une atmosphère d'azote fait apparaître les raies émises par l'atome d'azote à l'état neutre et celles de l'atome ionisé une ou deux fois. La structure du spectre ainsi obtenu est conforme à la loi de l'alternance des multiplicités.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Royer* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur l'orientation des cristaux d'iodure d'ammonium par la muscovite.**

Cette orientation, observée expérimentalement, conduit à admettre que la muscovite n'a d'autre élément de symétrie qu'un centre de symétrie et qu'elle est formée par un empilement de lamelles p finement maclées entre elles par rotation de 180° autour d'une droite perpendiculaire au plan g^1; elle serait donc anorthique, n'acquérant que par suite de macles répétées une symétrie d'ensemble monoclinique.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Maurice Colligmon* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur l'audition des ondes d'explosion à grande distance.**

L'auteur avait entrevu le résultat annoncé par MM. Deslandres, Perot et Dufour, au sujet des ondes de période voisine de la seconde, enregistrées lors des explosions de la Courtine. Et cela résulte de l'interprétation des observations faites en 1917 et 1918 sur l'audition des bruits des canons tirés dans la zone du front, pendant la guerre.

— *Ch. Lallemand.* — **Au sujet du système tétraédrique.**

M. Lecornu étant arrivé par le calcul à la conclusion qu'une enveloppe sphérique homogène, soumise extérieurement à une pression uniforme, doit prendre une forme ellipsoïdale, M. Lallemand donne la photographie d'un ballon de caoutchouc qui, sous l'effet d'une aspiration de l'air intérieur, a pris la forme tétraédrique, qui embrasse le plus petit volume sous une surface extérieure donnée.

MÉTÉOROLOGIE. — *M. Coyecque et Ph. Wehrlé* (prés. par M. R. Bourgeois). — **Les formations d'Hatteras.**

Souvent, des perturbations atmosphériques prennent naissance au large du Cap Hatteras (U. S.). Les auteurs interprètent les faits observés à bord du « Jacques Cartier » et les rattachent aux conceptions, si suggestives, émises en ce qui concerne l'évolution des cyclones, par MM. Bjerknes et H. Solberg.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Colin et M^lle A. Chaudun* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la constante d'hydrolyse du sucre.**

Il est parfaitement exact que la vitesse d'hydrolyse grandit plus vite que la concentration en sucre et cet accroissement de vitesse dépend du catalyseur employé. Le rapport $\frac{K_{40}-K_5}{K_5}$ est d'autant plus faible que l'acide est moins dissocié.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lespieau* (prés. par M. A. Haller). — **Obtention de composés acétyléniques vrais à partir des dérivés magnésiens de l'acétylène.**

Suivant qu'on fait agir une ou une demi-molécule d'aldéhyde chlorée, on obtient un glycol ou un alcool acétyléniques vrais, une seule fonction entrant en réaction.

Digitized by Google

— *V. Grignard* et *J. Savard*. — **Sur la forme énolique de la pulégone.**

L'action de divers composés magnésiens sur la pulégone a permis d'instituer une méthode d'énolisation avec un rendement qui, dans le cas de C^3H^7Br, peut atteindre l'unité. Tout se passe comme si le radical isopropyl jouait un rôle prépondérant. Il conviendrait de tenter des essais avec les autres cétones.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Bertrand* et *Mokragnatz*. — **Présence générale de Ni et Co dans la terre avable.**

Poursuivant leurs recherches sur la diffusion de certains éléments dont le rôle biologique n'est pas douteux, les auteurs apportent des précisions nouvelles en ce qui concerne le Ni et le Co. Pour le Ni, la teneur est de quelques centigrammes par kilog de terre sèche ; les chiffres sont compris entre 5 mg. et 38 mg. 6. Pour le Co, la proportion est de quelques milligrammes et elle oscille entre quelques dixièmes de milligr. et 11 mg. 7. Le rapport entre Ni et Co n'est pas constant. La chute des poussières interplanétaires doit contribuer à la diffusion de ces métaux contenus dans les météorites. A. Rigaut.

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau*. — **Sur quelques exemples d'hétéroblastie dans le développement des Algues phéosporées.**

Les zoospores du *Castagnea Zosterœ* fournissent des plantules de nature diverse. Ce phénomène, pour lequel l'auteur a proposé le nom d'*hétéroblastie*, a été observé par lui chez deux minuscules espèces de *Castagnea* qu'il a cultivées, *C. irregularis* et *C. cylindrica*. Il a constaté la même hétéroblastie chez l'*Ascocyclus orbicularis* Magn. Tandis que chez les trois *Castagnea* étudiés les deux sortes de germinations sont éparses, les germinations ectocarpoïdes de l'*Ascocyclus* s'observent surtout parmi les embryospores fixées au bord de la goutte d'eau.

L'hétéroblastie est indépendante de la sexualité.

— *Paul Guérin* (prés. par M. L. Guignard). — **Le développement de l'anthère et du pollen chez les Gentianes.**

Il ne se forme pas d'assise nourricière différenciée dans le sac pollinique des Gentianes. Les cellules mères polliniques s'y montrent isolées ou par groupes, environnées de cellules stériles, parfois disposées en réseau et constituant un véritable *tissu nourricier*.

GÉOLOGIE. — *G. Mouret* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la structure de la région granitique de Millevache.**

La région ici considérée se divise en deux massifs entièrement distincts, appartenant à des formations différentes, et n'ayant entre elles d'autre rapport que celui d'une simple juxtaposition amenée par des mouvements de l'écorce terrestre. Quant aux granulites, elles datent d'au moins deux époques, et loin de constituer des nappes ou une enveloppe extérieure de la masse granitique fondamentale, elles se sont développées à l'intérieur de cette masse déjà consolidée. Leur mise au jour ne résulte donc que du phénomène de la dénudation, mais nullement d'un fait de superposition.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L. Léger* (prés. par Ch. Gravier). — **Sur la valeur nutritive de l'Escargot (*Hélix pomatia* L.).**

Dans l'*Helix pomatia* à l'état de sommeil hivernal, plus de 80 % des matières grasses, tout le glycogène et les sucres réducteurs sont localisés dans le foie. En rejetant cet organe pour la consommation, on enlève au Mollusque la plus grande partie de sa valeur nutritive, sa saveur et sa digestibilité. Il y a donc un intérêt à la fois économique, physiologique et même gastronomique à consommer l'Escargot en entier, comme le faisaient nos ancêtres et comme le font encore aujourd'hui les véritables mais rares amateurs de ce mets original.

PHYSIOLOGIE. — *Alexandre Lipschütz* (prés. par M. Ch. Richet). — **Sur une malformation intersexuelle chez le Cobaye.**

Une malformation dans la région génitale a été observée chez plusieurs Cobayes femelles. Les corps caverneux du clitoris étaient élargis ; des cornes épidermiques existaient comme chez le mâle, quoique en général plus petites. Cette modification de la région génitale dans le sens masculin avec formation d'un organe péniforme est identique à celle que l'auteur a décrite chez une Cobaye femelle avec greffe testiculaire.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Léon Blum*, *Maurice Delaville* et *Van Caulaert* (prés. par M. Widal). — **Contribution à l'étude de la pathogénie du rachitisme.**

Le trouble essentiel du rachitisme ne réside pas dans une altération du taux des minéraux, mais dans des modifications de leur état physico-chimique, qui sont elles-mêmes la conséquence d'une altération de l'équilibre acide-base. Cette altération modifie les colloïdes plasmatiques et tissulaires et les rend incapables de fixer le calcium. Aussi n'a-t-on jamais pu guérir ou améliorer le rachitisme par ingestion de sels de calcium.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Marcel Duval* (prés. par M. Joubin). — **Réaction ionique du sang de quelques Invertébrés.**

La réaction du sang des Crustacés et des Mollusques est plus alcaline que celle du sang des Mammifères. En effet le P_H du sang de ces Vertébrés est très voisin de 7,4 tandis que la réaction du sang des Crustacés et Mollusques étudiés s'exprime par un P_H de 7,7.

La réaction du milieu intérieur des animaux marins est bien moins alcaline que celle de l'eau de mer qui les entoure, le P_H de cette dernière étant de 8,15.

Les Echinodermes et les Vers ont un milieu intérieur moins alcalin que celui des Crustacés et Mollusques, presque neutre.

L'Ecrevisse, les Crustacés marins et l'Escargot ont même alcalinité sanguine (P_H = 7,7 à 7,8).

— *Cluzet*, *Rochaix*, et *Kofman* (prés. par M. Desgrez). — **Variations du pouvoir agglutinant des sérums sous l'influence du courant continu.**

Les sérums agglutinants traversés par le courant continu peuvent avoir leur pouvoir d'agglutination considérablement augmenté à l'un des pôles et très diminué à l'autre pôle ; l'augmentation se produit au pôle positif pour le sérum antiéberthien et au pôle négatif pour le sérum antidysentérique. Tout se passe comme si l'agglutinine, ayant le même signe électrique que le bacille correspondant, subissait l'action cataphorétique du courant continu. Enfin, après électrisation et malgré ses modifications quantitatives, le pouvoir d'agglutination a paru aux auteurs conserver sa spécificité.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Nicloux* (prés. par M. A. Desgrez). — **Nouvelles démonstrations de la présence normale de l'oxyde de carbone dans le sang.**

Il existe dans le sang un gaz qui se combine à l'hémoglobine et dont la combinaison résiste à l'action du vide. Extrait au moyen de l'acide phosphorique, il présente les caractères eudiométriques de l'oxyde de carbone ; il donne, au contact d'une solution d'hémoglobine étendue, les deux bandes d'absorption de l'hémoglobine oxycarbonée ; il est déplacé *in vivo* par l'oxygène pur en présentant les caractères spectroscopiques de l'oxyde de carbone. De l'oxyde de carbone existe donc dans le sang normal.

EMBRYOGÉNIE. — *A. Malaquin* (prés. par M. Henneguy). — **Les glandes génitales et les cellules sexuelles primordiales chez l'Annélide *Salmacina Dysteri* (Huxley). La filiation des cellules sexuelles (gonocytes) ; leur origine dans le bourgeon caudal.**

Digitized by Google

Le bourgeon caudal de *Salmacina Dysteri* renferme une ébauche sexuelle constituée par les gonocytes pygidiaux, qui s'y multiplient. Ceux-ci sont répartis, en même temps que les somites cœlomiques, dans chaque métamère nouveau ; les gonocytes extracœlomiques sont entraînés loin de leur lieu d'origine non par leur migration active mais par un transport passif. La lignée des cellules sexuelles, ou gonocytes, possède une autonomie et une origine propre.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — Mlle *Goldsmith* (prés. par M. Joubin). — **La lumière et les relations symbiotiques chez la *Convoluta roscoffensis*.**

Le comportement des *Convoluta* en présence de la lumière ne semble pas dépendre de la présence des zoochlorelles ; le renversement des tropismes observé chez les individus absolument décolorés s'explique plutôt par leur état physiologique anormal.

MICROBIOLOGIE. — *Constantin Gorini* (prés. par M. Roux). — **Sur les coccus mammaires.**

Les coccus sont normalement utiles pour la laiterie ; ils peuvent cependant devenir nuisibles sans que l'on remarque aucune altération inflammatoire de la mamelle, à la suite de la stagnation du lait causée par une traite imparfaite ou maladroite. Par traite imparfaite, l'auteur entend celle par laquelle le lait n'est pas complètement extrait. Par traite maladroite, il entend celle dans laquelle le lait est retenu par la vache à cause de mauvaises manipulations effectuées par les trayeurs.

— *A. Borrel* et Mlle *Muller* (prés. par M. Roux). — **Virus vaccinal dans la cornée du lapin.**

L'œil du lapin, inoculé depuis 24 heures, 48 heures ou 3 jours, est extirpé et gardé en atmosphère humide avec un peu d'éther pendant 6 à 48 heures à une température de 25° à 30°.

Au bout de 6 heures de conservation en atmosphère humide, si l'on applique sur la surface de la cornée une lame portée à une température de 40° à 45°, on obtient, avec un peu d'habitude, une couche complète de l'épithélium cornéen qui montre les cellules renfermant les corpuscules de Guarnieri caractéristiques de la vaccine. Par la coloration au May-Grunwald-Giemsa, on a de fort belles préparations montrant ces corps en abondance. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 5 janvier 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Angelesco* (prés. par M. Appell). — **Sur certains systèmes de fonctions biorthogonales.**

— *A. Bloch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un cercle où une fonction holomorphe prend au moins deux fois en tout les valeurs 0 et 1.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *S. Saks* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une classe des fonctions d'intervalle.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *J. Haag* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une détermination expérimentale du paramètre de précision.**

ÉLASTICITÉ. — *L. Lecornu.* — **Sur la déformation tétraédrique.**

En réponse à la remarque de M. Lallemand au sujet de la déformation tétraédrique d'une poire en caoutchouc qui apparaît en contradiction avec les calculs de M. Lecornu, celui-ci fait remarquer que les conditions qu'il a admises ne sont pas celles qui interviennent dans l'expérience exécutée par M. Lallemand (voir plus haut, p. 61).

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — A. *Talon* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur l'équivalence piézométrique du débit des transports.**

Il existe des relations simples d'équivalence entre certaines études de construction ou d'exploitation des lignes de transport et les procédés de l'hydraulique appliquée. On peut donc transposer dans cette étude les formules acquises et vérifiées par les hydrauliciens.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *W. W. Heinrich* (prés. par M. Andoyer). — **Nouvelles classes de solutions séculaires du problème des *n* corps.**

Il s'agit de certaines solutions du problème des *n* corps, que l'auteur désigne comme de la seconde sorte, qui sont obtenues au moyen de séries périodiques, absolument et uniformément convergentes pour une durée infinie et qui expriment analytiquement les coordonnées du problème comme fonctions du temps.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L. d'Azambuja* (prés. par M. H. Deslandres). — **Observations de masses mobiles de vapeur absorbante à de grandes hauteurs au-dessus de la surface solaire. Rapprochement avec les protubérances élevées à évolution rapide.**

Les observations effectuées d'avril 1919 à janvier 1921, avec le spectroenregistreur des vitesses radiales, ont mis en évidence des mouvements violents des vapeurs chromosphériques ; les altitudes atteintes par elles apportent une indication plausible sur la parenté étroite qui existe entre ces vapeurs et les protubérances élevées, à évolution rapide.

OPTIQUE. — *Albert Pérard* (prés. par M. A. Cotton). — **Indice de réfraction de l'air, dans le spectre visible entre 0° et 100°.**

Ces mesures ont été exécutées avec le dilatomètre de Fizeau, dont Benoît avait fait usage. L'indice N est représenté avec une approximation convenable, par la formule générale :

$$(N-1)10^6 = \left(288{,}02 + \frac{1{,}482}{\lambda^2} + \frac{0{,}0309}{\lambda^4}\right)\frac{h}{760}\,\frac{1}{1+0{,}003716\,\theta}$$

λ étant la longueur en microns, h la pression en millimètres de mercure, θ la température en degrés centigrades.

— *Y. Rocard* (prés. par M. Cotton). — **Sur la diffusion de la lumière dans les fluides.**

On obtient la purification optique d'un liquide (sans poussières, ni colloïdes en suspension) par l'utrafiltration. Les observations de Martin dans le cas de la nitrobenzine confirment les résultats expérimentaux de M. Rocard et s'accordent avec ses conclusions théoriques.

SPECTROSCOPIE. — Mlle *M. Hanot* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la largeur des raies de la série de Balmer dans la décharge oscillante.**

La largeur des raies de la série de Balmer, produites par des étincelles jaillissant dans l'hydrogène, dépend de la température, de la pression et de l'intensité du courant qui se produit dans une étincelle oscillante faiblement amortie. C'est ce que l'auteur vient de mettre en évidence par l'expérience.

— *Bayen* (prés. par M. Cotton). — **Spectres d'étincelle du tungstène et du mercure dans l'ultra-violet extrême.**

Il s'agit des spectres d'étincelle de ces métaux dans la région comprise entre 1.850 et 2.100 unités Angstrôm et étudiée, pour d'autres métaux, par L. et E. Bloch, Eder, Takamine et Nitta.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *R. Jouaust* et *P. Waguet* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur l'emploi de la cellule photoélectrique pour certaines mesures de photométrie industrielle.**

Dans la comparaison des lampes au carbone ou au tungstène, on obtient des résultats régulièrement constants avec la cellule photoélectrique, ce qui donne le moyen de remplacer les mesures photométriques par des mesures électriques qu'on peut confier à des expérimentateurs moins bien exercés.

MÉTÉOROLOGIE. — *E. G. Mariolopoulos* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur des pluies observées parfois avec les anticyclones.**

Des pluies, d'ailleurs légères, ont été observées en 1924, en France, par régime anticyclonique, principalement au

Digitized by Google

voisinage des côtes ; elles paraissent résulter des différences de température existant entre la mer et le continent, ou encore par le mélange de masses d'air à des températures différentes. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Valentin* et *G. Chaudron* (prés. par M. le Chatelier). — **Sur la solidification des alliages ternaires d'aluminum, magnésium et cadmium.**

L'analyse thermique, effectuée avec l'appareil enregistreur de Rengade a permis d'établir le diagramme, complet et de retrouver les composés définis Mg Cd, $Al^2 Mg^3$, Al Mg et leurs solutions solides.

— *E. Urbain* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'absorption des vapeurs par le charbon.**

Pour déterminer la « compacité », on pèse un poids P de charbon, on l'imbibe d'un liquide de densité d; le poids est devenu P'. Le volume V du charbon imbibé a été déterminéau moyen de la balance hydrostatique : le volume V de liquide absorbé est $\frac{P'-P}{d}$. Dans le cas du benzène, il existe un optimum de compacité. Pour une « compacité $\frac{V}{V+v}$ de 0,27, il existe 14,3 molec-millig pour 5 cc. de charbon, ce chiffre est de 17,7 pour la compacité 0,31 et 15 pour 0,39.

— *P. Auger* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les rayons β secondaires produits dans un gaz par des rayons X.**

De nouvelles expériences faites avec du Krypton, préparé par M. Lepape, ont confirmé les résultats obtenus avec l'hydrogène. On est aussi amené à envisager les effets des rayons tertiaires provoqués par le faisceau primaire des rayons X incidents.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill* et *R. Grandadam.* — **Sur le déplacement des métaux alcalins par le feu.**

Le fer peut déplacer les métaux alcalins de leurs sels. En réalité, on a l'équilibre

$$2\,FK + Fe \rightleftarrows 2\,K + F^2Fe$$

qui est en général favorable à la mise en liberté du Fe, si on utilise la volatilité du K dans le vide en mettant en œuvre la technique de l'un des auteurs, la réaction de la flèche supérieure est telle qu'on peut en tirer un procédé de préparation. Gay-Lussac et Thenard avaient préparé, en 1811, le K par l'action des vapeurs de HOK sur le Fe, chauffé à 1.200°. Dans le vide avec du fer réduit, l'optimum est réalisé vers 600°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Orekhoff et Max Roger* (prés. par M. A. Haller), — **Sur la désamination semipinacolique de quelques amino-alcools.**

Les amino-alcools RR'C.OH-CH^2NH^2 traités par NO^2H donnent les cétones R-CO-CH^2R' sans passer par les glycols.

Max et Michel Polonovski (prés. par M. Ch. Moureu). — *Sur* **l'oxyéserine et ses dérivés.**

Cette nouvelle note apporte à la question de la dislocation de la molécule éserinique des faits nouveaux, qui tendent à éclairer sa constitution.

— *M. Sommelet* (prés. par M. A. Béhal). — **Recherches dans la série du diphénylméthane. Sur le bromure de triméthylbenzhydrylammonium.**

Ce bromure quaternaire $(C^6H^5)^2CH\text{-}N\,(CH^3)^3Br$ s'obtient en chauffant l'halogenure alcoolique avec l'amine tertiaire en solution benzénique. Il a une aptitude reactionnelle intéressante et se prête à des préparations nouvelles comme celle de l'acide benzhydryllactique. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *W. Kilian* et *G. Sayn.* — **Sur le bord externe des chaînes subalpines à l'Est de Valence (Drôme) et sur la brèche des Pialoux.**

Les auteurs mettent en évidence la structure complexe du bord externe des chaînes subalpines des environs de Valence qui se résout en un empilement de plis fortement refoulés vers l'Ouest. Ces plis sont notablement extérieurs à ceux de la cluse de l'Isère (Grenoble-Voreppe) et au synclinal asymétrique de Royans.

Beaucoup plus au Sud, les environs de Saint-Jurs (Basses-Alpes) accusent également un refoulement post-miocène vers l'extérieur de la chaîne des plis de la bordure qui ont, d'ailleurs ici, interféré avec des accidents provençaux antérieurs.

— *J. Grosjean* et *M. Dosios* (prés. par M. Pierre Termier).— **Sur l'horizon des Schistes hydrocarburés à *Posidonomyes* du Toarcien du Jura franc-comtois.**

Les schistes bitumineux du Jura franc-comtois sont contemporains de ceux de Boll et de Reutlingen et appartiennent, par conséquent, à la base du Toarcien dont le faciès est, ici, probablement bathyal ; la formation des hydrocarbures y est due à la fossilisation du Plankton. Il s'agit de marnes très schisteuses dont la teneur en hydrocarbures varie, non seulement avec le gisement, mais avec la profondeur. Les huiles obtenues sont de bonne qualité.

ZOOLOGIE. — *Paul Vuillemin.* — **Les Nématés, nouvel embranchement du règne animal.**

Les Némathelminthes n'appartiennent pas à l'embranchement des Vers ; ils forment une classe de l'embranchement des Nématés. C'est une classe de parasites.

Les Nématés ressemblent aux Arthropodes par la cuirasse cuticulaire qui revêt le corps, entraînant les mues de croissance. Ils n'offrent pas trace des organes les plus caractéristiques des Vers, les néphridies ou organes segmentaires.

Outre le genre *Echinoderes* Claparède, qui représente le type primitif libre, de l'embranchement des Nématés, la classe renferme les genres *Chætonotus*, *Sagitta*, *Oncolaimus* et *Rhabdogaster*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* (prés. par M. Guignard). — **Sur la nature et les variations de l'aldéhyde contenue dans le sang.**

Il existe dans le sang un produit réducteur volatil qui possède les caractères de l'aldéhyde acétique. L'action de l'insuline fait disparaître presque totalement l'aldéhyde acétique du sang, ce qui présente un intérêt physiologique évident au point de vue de l'action de l'insuline sur le métabolisme des hydrates de carbone.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *G. Mouriquand*, *A. Leulier* et *P. Michel* (prés. par M. Widal). — **Fluctuations du fer sanguin au cours du scorbut expérimental.**

La clinique enseigne que le scorbut s'accompagne le plus souvent d'une anémie d'intensité moyenne, mais qui, dans certains cas, peut atteindre le type grave ou même pernicieux. Les auteurs concluent de leurs expériences que l'anémie scorbutique suit assez exactement l'évolution du scorbut et la déchéance nutritive générale qu'il entraîne, et guérit avec lui. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Travaux pratiques de physique générale exécutés à l'Institut de physique de la Faculté des sciences de Strasbourg en vue du Certificat d'études supérieures de Physique générale. Première série par H. OLLIVIER, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg. In-8° de 104 pages avec 63 figures et photographies et neuf planches hors texte. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Digitized by Google

Comme complément à son cours de physique générale, dont nous avons déjà dit tout le bien que nous pensions, M. Ollivier publie aujourd'hui un recueil de manipulations, qui sera d'autant plus apprécié des étudiants qu'il n'existait aucun ouvrage de ce genre de date quelque peu récente. Ils trouveront dans ce volume des conseils sur 45 manipulations classiques portant sur l'ensemble de la physique, que tout futur physicien doit avoir exécuté correctement. M. Ollivier annonce un second volume où seront rassemblées des manipulations d'un caractère plus spécial. A. Bc.

L'astre méconnu : Notre Terre, par le Colonel P.-L. Monteil. (Voir *Revue Scientifique* du 22 novembre 1924, page 700.)

Au sujet de l'article bibliographique publié ici par M. Boutaric dans notre numéro du 22 novembre 1924, M. le Colonel P.-L. Monteil nous écrit :

L'auteur de l'article déclare que je ne suis pas satisfait de la science actuelle et il cite en les *tronquant* quelques passages de mon introduction qui, de ce fait, deviennent inintelligibles. Le texte restitué dit en effet : « Science hors la nature » *c'est en mathématiques* l'édifice sans base, etc... »; le laboratoire « est le siège d'expériences *superficiellement* interprétées, truquées *souvent* dans leur exécution, qu'il est presque *toujours* impossible de reproduire ».

Votre rédacteur ajoute : sans doute chacun a le droit de critiquer la méthode et les résultats de la science actuelle, du moins serait-il bon de le faire avec quelque *modestie*, quand on propose de substituer des élucubrations du genre de celles-ci; suivent des citations *incompréhensibles pour le lecteur*, empruntées à l'appendice II de mon ouvrage (pages 419-423) dans le but évident de dénier à mon travail toute valeur ou rigueur.

Qu'il ait plu à votre rédacteur de ne pas lire mon ouvrage, puisqu'il ne fait état que de la *première page* et *des dernières*, procédé de loyauté scientifique douteuse, avant d'en faire la critique, je n'en tiendrais pas autrement compte.

Mais que sur cette lecture insuffisante et par des citations incompréhensibles pour le lecteur, il greffe un jugement qui tente de me couvrir de ridicule en traitant d'*élucubrations*, l'ensemble de mon œuvre, cela je ne l'accepte pas.

Si votre rédacteur, après avoir lu mon ouvrage, ce qu'il n'a pas fait, avait exprimé que la théorie nouvelle ne lui donnait pas satisfaction, c'était son droit, mais je ne lui reconnais pas celui de dénigrer, de déconsidérer et mes travaux et ma personne.

Réponse de M. Boutaric :

M. le colonel Monteil est, à coup sûr, meilleur psychologue que physicien. J'avoue très humblement n'avoir pas lu son livre; après avoir consciencieusement passé près d'une heure sur les premières phrases sans parvenir à les comprendre, j'ai renoncé au reste de l'ouvrage, beaucoup trop profond pour mes modestes capacités. Désirant cependant donner aux lecteurs de la *Revue* une idée des théories développées, j'ai choisi quelques citations dans la préface et dans le résumé qui sert de conclusion où, habituellement, les auteurs condensent, avec autant de clarté que possible, toute leur pensée. Je n'ai tronqué aucune citation; les perles que j'ai recueillies conservent toute leur saveur, même isolées de leur contexte; leur sens, si elles en ont un, n'a pas été altéré.

J'aurais pu multiplier les citations. Puisque M. le Colonel Monteil veut bien m'en fournir l'occasion, je ne saurais résister au plaisir de faire profiter les lecteurs de la *Revue* de quelques autres passages, choisis, de son œuvre. Voici, par exemple, interprété le sens profond de la notion de poids : « Tout d'abord nous recherchons la manière dont se mesure le poids de toute matière autre que la chaleur, et nous arrivons à cette conclusion que toute matière, étant équilibrée dans la Nature, est *non pesante*, que le poids n'est pas une *vérité naturelle*, mais une *vérité de laboratoire;* qu'en laboratoire, pesant une matière arrachée à sa position normale d'équilibre au sein de la Nature, nous créons pour cette matière *le poids* et *aussi la pression atmosphérique*, forces inexistantes dans la Nature » (page 422).

Enfin, voici un résumé de l'œuvre mathématique de M. le colonel Monteil; elle laisse loin derrière elle celle de Pythagore, d'Euclide et, *a fortiori*, de quelques mathématiciens modernes comme Henri Poincaré : « Notre méthode nous a permis de réaliser la solution de questions restées insolubles depuis l'antiquité telles : le *postulatum d'Euclide*, *la mesure de la longueur de la circonférence* et de *sa surface*, celle-ci se mesurant comme celle d'un triangle; *la mesure de la longueur de l'ellipse* et de *sa surface*, *la quadrature du cercle*, *la trisection de l'angle*, *etc.*, *etc.* » (p. 401).

M. le colonel Monteil m'accuse d'avoir voulu ridiculiser sa personne. Rien dans mon analyse ne prête à une pareille interprétation. Quant à ses écrits, ce n'est point ce que j'en peux dire qui les rendra ridicules. Il reste à M. le colonel Monteil la consolation d'espérer que la postérité lui rendra justice.

A. Boutaric,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

H. Bouasse. — Oscillations électriques. In-8° de 375 pages. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

A. Einstein. — Quatre conférences sur la théorie de la relativité. Traduit par Solovine. In-8° de 96 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Edward W. Washburn. — Principes de chimie physique du point de vue de l'atomistique et de la thermodynamique modernes. In-8° de 570 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

R. Douris. — Guide pratique pour l'analyse du sang au point de vue biologique, chimique, toxicologique et médico-légal. In-8° de 480 pages. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

F. Boquet. — Histoire de l'Astronomie. In-8° de 510 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

A. S. Eddington. — Vues générales sur la théorie de la Relativité. In-8° de 103 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XV°)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 7 — 67e ANNÉE — 14 FÉVRIER 1925

LA CHASSE AUX CÉTACÉS DANS LE MONDE

SON AVENIR DANS LES COLONIES FRANÇAISES

Du XIVe au XVe siècle, la France fut le premier pays du monde pour la chasse aux cétacés. Les Bretons et surtout les Basques, après avoir écumé le Golfe de Gascogne, se répandirent sur les côtes d'Espagne et de Portugal, et jusque dans les mers de l'Amérique septentrionale.

Ce fut, pour notre pays, une ère de prospérité considérable, au point de vue économique, tandis que ces campagnes lointaines nous formaient des marins de tout premier ordre. Aussi, tant pour encourager l'industrie que pour développer cette admirable pépinière de marins, les lois sur les grandes pêches des 24 juin, 9 et 22 juillet 1851 accordaient-elles des primes importantes aux produits de la pêche à la baleine et au cachalot, ainsi qu'à cet armement spécial.

Or, depuis 1868, c'est-à-dire dix-sept ans seulement après la promulgation de la loi, les armements français à la pêche à la baleine et au cachalot avaient complètement disparu, et, faute d'emplois, les crédits, jusque-là régulièrement votés par le Parlement, furent supprimés en 1890.

Depuis cette époque, la France n'a jamais essayé de reprendre une industrie qui avait été jadis si prospère et l'a laissée entièrement aux mains des Anglais, des Américains, des Japonais même, mais surtout des Norvégiens, à un moment où les besoins de l'industrie et de l'alimentation en matières grasses, ainsi que ceux de la culture, ont fait monter les prix mondiaux des huiles et des guanos, à des cours que, avant la guerre, on n'aurait jamais pu soupçonner.

Elle n'a même pas essayé de reprendre ces armements spéciaux, au moment où, sur les côtes de la plupart de nos colonies, on découvre tous les jours des quantités plus ou moins considérables de cétacés de différentes espèces, représentant, par leur valeur industrielle, de véritables fortunes. Ne possédant en France ni bateaux chasseurs, ni bateaux usines, ni pointeurs, ni marins spécialisés, nous sommes obligés, pour l'exploitation de ces richesses marines, d'avoir recours au matériel et au personnel technique norvégiens, dont nous n'avons, du reste, qu'à nous louer à tous points de vue. C'est à peine même si le tiers d'abord, et maintenant la moitié des capitaux français, exigés du Ministère des Colonies pour la constitution des sociétés franco-norvégiennes, peuvent être réunis. Il semble vraiment que l'armement aussi bien que les capitaux se désintéressent de cette importante question.

Par le décret du 12 avril 1914, la France a cherché à réglementer d'une façon aussi précise que possible la chasse aux cétacés dans ses colonies. Elle a voulu surtout empêcher, dans son domaine, la destruction systématique de ces grands mammifères, en limitant les concessions de pêche et le nombre des bateaux-chasseurs, en interdisant la destruction des jeunes et en obligeant les industriels à une utilisation totale des captures.

Les trois principaux ports norvégiens pour l'armement de la chasse aux cétacés sont ceux de

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

Tönsdberg, Sandefjord et Larvik situés sur le golfe d'Oslo (Christiania) et qui sont plutôt spécialisés pour les pays étrangers.

Sans entrer ici dans le détail de cette industrie particulière, nous rappellerons que c'est au Norvégien *Svend Foyn* de Tönsdberg qu'est due la technique moderne de la chasse avec le canon porte-harpon, qui a remplacé l'antique harpon à main dont l'emploi n'était pas sans danger. Les bateaux-chasseurs actuels, sur le gaillard d'avant desquels est installé ce canon, sont des navires d'environ 5 à 600 tonnes avec des machines pouvant donner une vitesse moyenne de douze nœuds et une vitesse forcée de quatorze à quinze nœuds. L'exploitation industrielle des animaux capturés se fait à l'aide de bateaux-usines d'un tonnage de plus en plus élevé et qui atteint aujourd'hui facilement 8, 10 et même 12.000 tonnes. Ces navires ont le grand avantage de pouvoir être mouillés n'importe où, mais leurs dimensions sont encore trop peu considérables pour permettre le traitement à bord des produits autres que le lard et la graisse qu'on fait fondre dans des chaudières à pression.

Pour traiter la totalité des animaux comme l'exige, au bout de la deuxième année, le décret français du 12 avril 1914, il est indispensable, à cause de l'encombrement, d'édifier des usines à terre.

Dans ces conditions, les produits généraux que l'on peut obtenir par le traitement total des animaux capturés sont les suivants : huiles, poudres d'os, farines alimentaires, fanons et, pour les cachalots, exclusivement, le « spermaceti » et l'ambre gris.

Les huiles obtenues ne sont pas toutes de la même qualité, suivant quelles proviennent du lard, des viscères, des os ou de la viande, suivant aussi leur couleur plus ou moins claire, et la quantité d'acide gras libre qu'elles contiennent ; on les distingue sous les numéros 0, I, II, III et IV.

Quand les os et les viscères ont été cuits et l'huile extraite, on fait sécher les résidus dans des fours horizontaux spéciaux, puis on les passe au concasseur, et enfin au broyeur qui les réduit en une poudre fine que l'on met en sacs. Le « guano » ainsi obtenu est un mélange de poudre de viande et de poudre d'os qui forme un engrais complet. On peut obtenir les deux produits séparés, poudre de viande et poudre d'os, en traitant à part les matières premières.

Si l'on extrait aussi complètement que possible l'huile de la partie musculaire de l'animal, on obtient un produit, qui, séché et réduit en poudre, forme ce que l'on appelle la farine alimentaire et qui est utilisé pour la nourriture de certains animaux domestiques, en particulier les porcs et la volaille.

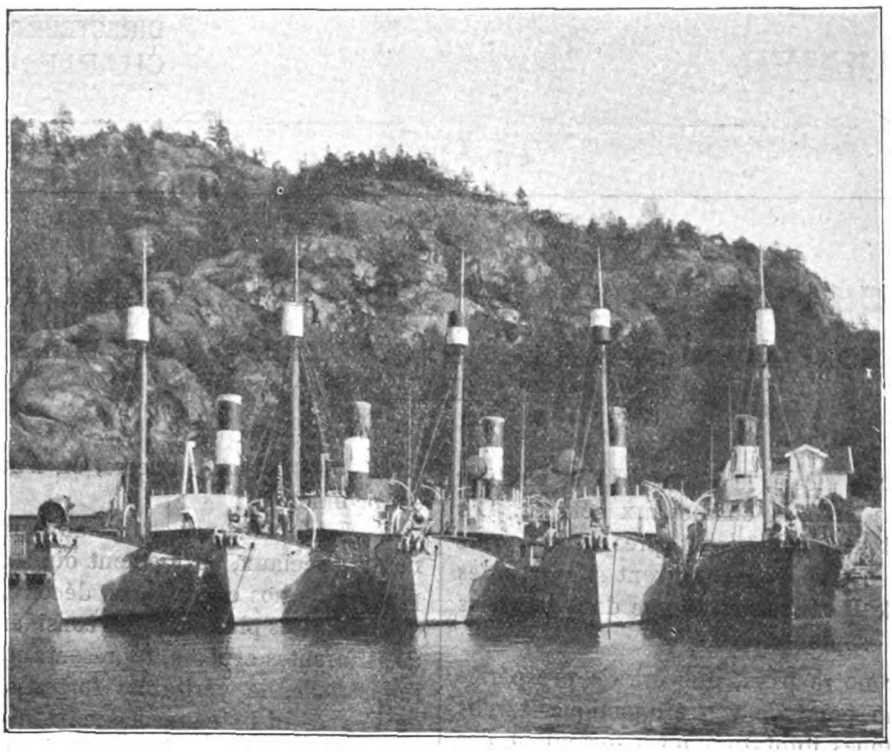


Fig. 55. — Bateaux-chasseurs de Baleines.

Digitized by Google

Tandis que la poudre d'os ne contient guère que 4 % d'azote avec 20 à 21 % d'acide phosphorique, la poudre de viande a une teneur variant de 7 à 8% d'azote et 8 à 9 % d'ammoniaque. Les deux, mélangés dans la proportion de deux tiers de poudre de viande et un tiers de poudre d'os, constituent un engrais agricole de tout premier ordre.

Les fanons ordinaires de baleinoptères qui portent, du reste, des noms différents suivant les espèces et que, dans leur ensemble, on désigne sous le nom de « cachalots », sont sans grand intérêt ; c'est à peine s'il en arrive 200 tonnes dans l'année et la vente en est même assez difficile, aux environs de quinze livres la tonne. Les fanons de baleine australe *(Balaena australis)* sont plus intéressants, mais la production mondiale ne dépasse pas actuellement cinq à six tonnes, d'une valeur moyenne de 500 livres la tonne.

raffiné a actuellement une valeur de 150 à 175 livres la tonne.

Quant à l'ambre gris, qui est, comme on le sait, une sécrétion particulière, d'origine assez diffuse encore, de l'intestin du cachalot, c'est un produit extrêmement intéressant par sa valeur intrinsèque. On en trouve des morceaux, résultat des déjections de ces mammifères, soit flottant sur la mer, soit rejetés sur le rivage, mais le plus souvent dans l'intestin même des animaux capturés. Les fragments que l'on recueille de ces diverses façons sont tout à fait différents de poids et de qualité, par conséquent de valeur.

Le poids peut varier de quelques centaines de grammes à plusieurs centaines de kilog ; l'un des plus importants qui, à notre connaissance, ait été recueilli, le fut, en 1919 ; il pesait 465 kilog. et sa valeur, à cette époque, fut évaluée à trois millions

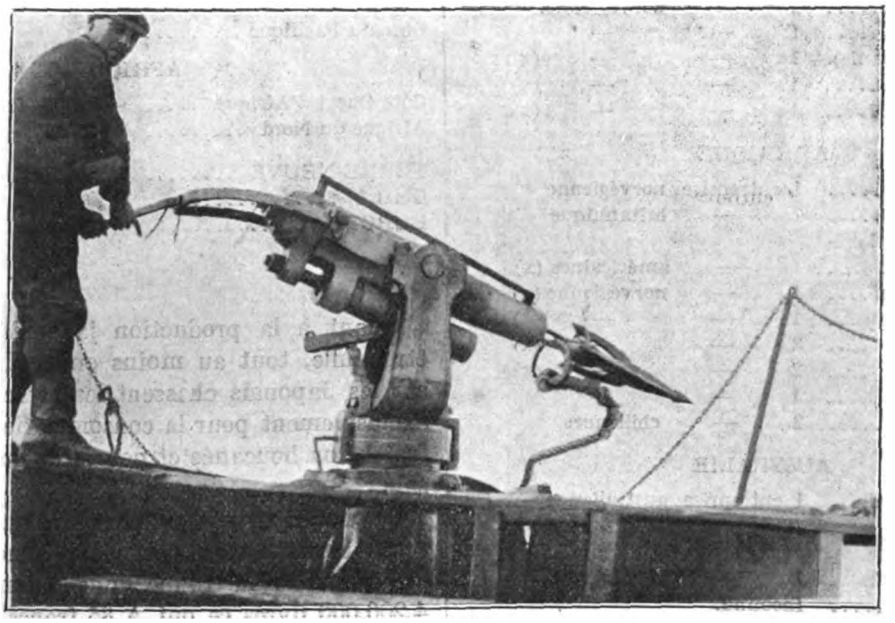


Fig. 56. — Canon porte-harpon placé sur le gaillard d'avant.

On sait que le « spermaceti » ou « blanc de baleine », qui se trouve logé dans les vastes cavités crâniennes du cachalot, est contenu dans un liquide transparent qui, si on l'abandonne pendant quelque temps à l'air libre, dépose une masse cristalline tenue en dissolution dans une substance demi-fluide, c'est le blanc de baleine.

Dans le commerce, cette substance se présente sous la forme d'une matière grasse neigeuse, à structure brillante, onctueuse au toucher, contenant un liquide gras particulier, découvert par Chevreul qui l'a désigné sous le nom de « cétine ».

Un cachalot de bonne taille peut fournir de 2.500 à 3.000 kilos de « spermaceti ». Ce produit de francs au prix moyen de 7.500 francs le kilog.

L'ambre gris est utilisé en parfumerie, non pas tant à cause de son odeur propre, que pour la propriété qu'il possède de jouer, entre l'alcool et les parfums, un rôle de « liant » ou mieux de « mordant ». Sa valeur augmente à mesure qu'il se fait plus rare et que le goût des parfums se développe, ce qui fait que, actuellement, la valeur de ce produit varie de 2.000 francs le kilog, pour les sortes les plus inférieures, à 13.000 francs pour la meilleure qualité.

Actuellement, la chasse aux grands cétacés : baleines, baleinoptères et cachalots, se poursuit dans le monde entier depuis la zone arctique jus-

Digitized by Google

qu'aux terres antarctiques inclusivement. Le tableau suivant donnera une idée très nette de la situation actuelle ou tout au moins très prochaine de cette industrie représentée, au minimum, par quarante-quatre sociétés en plein fonctionnement, et dix sociétés en formation.

TABLEAU N° 1

Lieux de Pêche à la Baleine dans le Monde.

EUROPE			
Norvège	3	entreprises	norvégiennes.
Iles Fëroes	2	—	—
Iles Hébrides	1	—	anglaise
Iles Shetland	1	—	—
Espagne	2	—	norvégiennes.
Portugal	1	—	—
AFRIQUE			
Union Sud-Africaine	4	entreprises	britanniques
Congo Français	2	—	franco-norvégiennes
Walvich Baie	1	—	norvégienne.
Angola	1	—	—
Cap Blanc (Mauritanie).	1	—	— (x)
Fernando Pô	1	—	— (x)
Baie de Guinée	1	—	— (x)
AMÉRIQUE			
Terre-Neuve	1	entreprise	norvégienne
British Columbia	1	—	britannique
États-Unis, côte Pacifique		—	américaines (x)
Antilles Anglaises	1	—	norvégienne (x)
— Françaises	1	—	— (x)
Mexico	2	—	— (x)
Equateur	2	—	— (x)
Pérou	1	—	—
Chili	2	—	chiliennes
AUSTRALIE			
Nord-Ouest Australie	1	entreprise	australienne
ASIE			
Sibérie, Kamtchatka	1	—	norvégienne
Japon	Inconnu.		
ANTARCTIQUE			
Géorgie du Sud	3	entreprises	norvégiennes
	2	—	anglaises
	1	—	argentine
Shetland du Sud	6	—	norvégiennes
	2	—	anglaises
Orkney du Sud	1	—	norvégienne
Mer de Ross	1	—	—

Les entreprises marquées (x) sont ou en formation ou ne commencent la pêche que cette saison.

Cela est dû évidemment à la valeur actuelle très élevée des huiles de baleines et de cachalots qui varient suivant les qualités : pour les baleines et baleinoptères de 28 à 40 livres la tonne et pour les cachalots, de 30 à 35 livres.

Le jour, probablement prochain, où l'on aura trouvé le moyen industriel d'hydrogéner l'huile de cachalot comme on le fait pour les huiles de baleines, et que l'on obtiendra de la graisse alimentaire, le prix de ce premier produit augmentera encore sensiblement.

Le tableau ci-dessous montre nettement la totalité de la production en huile de cétacés dans le monde ; elle est, comme on le voit, de 837145 fûts d'environ 75 kilog, chacun, sans compter la production de quelques entreprises peu importantes du Groënland, de l'Amérique du Sud, des Açores, etc.

TABLEAU N° 2

Production mondiale d'Huile et de Guano de Baleine en 1923

ANTARCTIQUE			
Georgie du Sud	346.248	fûts	
Shetland du Sud	258.497	—	
Orkney du Sud	13.700		618445 fûts
AMÉRIQUE DU NORD			
Côte du Pacifique			50000 —
AFRIQUE			
Côte Ouest d'Afrique	32.000	fûts	
Afrique du Nord	61.000	—	93500 —
TERRE-NEUVE			1860 —
CHILI			9340 —
EUROPE			64000 —
			837145 —

Quant à la production japonaise, elle semble être nulle, tout au moins en produits industriels car les Japonais chassent les cétacés, à peu près exclusivement pour la consommation de la viande fraîche ou boucanée et pour celle du lard frais ou salé.

Quoi qu'il en soit, on peut dire que la production totale en huile représente actuellement, à 30 livres en moyenne la tonne, une somme globale de 4.200.000 livres ce qui, à 85 francs la livre donne la coquette somme d'environ 360 millions de francs.

La production mondiale de guanos de baleines en 1923 s'est élevée à environ 27.100 tonnes ce qui, à une moyenne de huit livres la tonne, fait 216.000 livres ou 18.360.000 francs. Si l'on ajoute environ pour 3.000 livres de fanons de baleines australes, on obtient une somme globale de plus de 375 millions de francs, rien que pour les produits principaux de la chasse mondiale des grands cétacés.

Sur plus de 800.000 fûts représentant la production mondiale en huile de cétacés, nos colonies ne sont représentées que pour 32.000 fûts, tandis que les colonies anglaises fournissent, à elles seules, plus de 600.000 fûts, c'est-à-dire environ les deux tiers de la production totale. Devons-nous en con-

Digitized by Google

clure que cette situation, très inférieure relativement à la production des territoires anglais, n'est pas susceptible de s'améliorer?

Certainement non. Si l'on veut bien, en effet, faire avec nous un tour dans nos colonies, on verra que des recherches industrielles, faites sur place, pourraient probablement montrer que nous possédons, dans nos mers lointaines, des réserves de grands cétacés non encore exploitées, et qui, si elles l'étaient, pourraient fournir des matières grasses à notre industrie, des guanos à notre agriculture coloniale et des ressources financières non négligeables aux budgets locaux d'un certain nombre, tout au moins, de nos possessions.

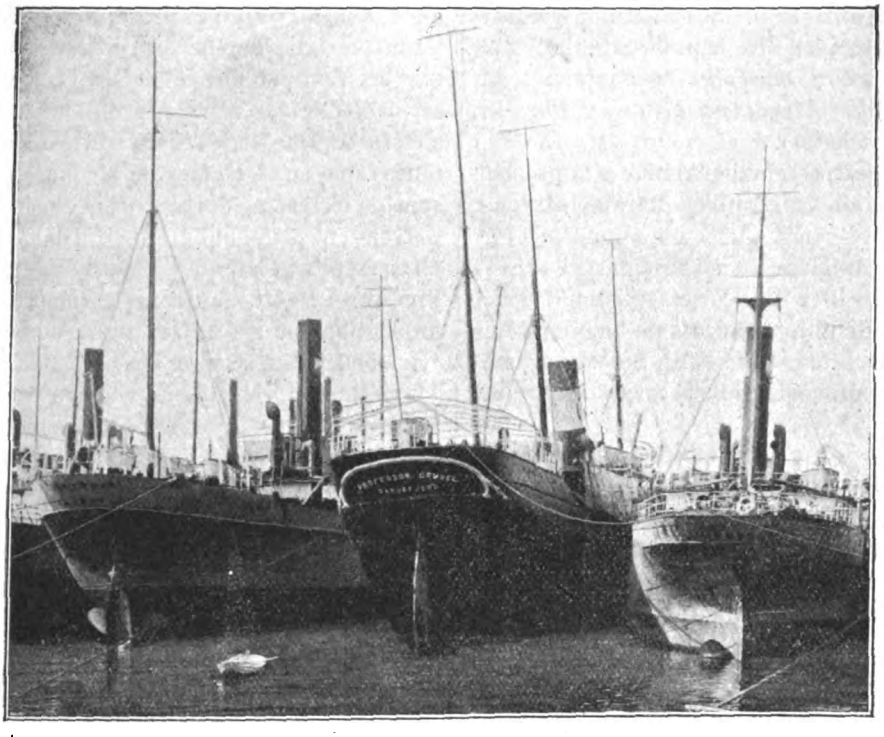


Fig. 57. — Au centre, navire-usine.

La première de nos colonies, où s'est organisée d'une façon industrielle la pêche de ces grands mammifères marins, est le Gabon, où nous avons signalé pour la première fois, en 1909, des bandes de Mégaptères *(Megaptera boops)*, venant de l'Antarctique et remontant, avec le courant froid occidental, tout le long de la côte africaine jusque dans le golfe de Guinée, où se produit la parturition des femelles pleines et l'accouplement. L'arrivée de ces animaux y a lieu dans le courant de juin-juillet et leur passage vers le sud se produit généralement dans la première quinzaine d'octobre. La chasse ne dure donc, dans cette région, que trois mois et demi à quatre mois. Les résultats industriels et financiers obtenus dans cette période relativement courte sont des plus intéressants, bien que la chasse ne porte que sur deux espèces seulement : *Megaptera boops* et *Balaenoptera borealis*, ce dernier étant extrêmement rare.

Si nous faisons le tour de l'Afrique et que nous arrivions sur les côtes de Madagascar, nous nous trouvons en présence d'un nombre beaucoup plus considérable d'espèces de cétacés, remontant, les uns, qui semblent être en majorité, le long du canal de Mozambique où ils sont en partie capturés par les sociétés britanniques installées à Durban et environs et qui ont fourni en 1923, 61.000 fûts d'huile ; les autres, longeant la côte Est de la Grande Ile, étaient autrefois chassés par les Saint-Mariens. Les espèces qui fréquentent ces régions paraissent être les suivantes : *Balaenoptera Sibaldi*, *Balaenoptera musculus* et *Megaptera boops* à peu près en quantités égales ; la baleine australe vient aussi y faire des apparitions vers le Sud, tandis que, vers le Nord, se montre assez souvent le cachalot.

La côte orientale d'Afrique et particulièrement la région de Djibouti, qui nous intéresse, semble peu riche en mammifères marins. Tout au plus y a-t-on signalé quelques baleinoptères sporadiques et un certain nombre de cachalots.

Le détroit de Gibraltar, au contraire, est d'une richesse exceptionnelle en cétacés, et les compagnies hispano-norvégiennes, installées près d'Algésiras,

Digitized by Google

y font des captures particulièrement brillantes; et cela, pendant la plus grande partie de l'année. Un certain nombre de ces animaux, au lieu de traverser le détroit, venant du Nord ou de l'Ouest, continuent vers le Sud, et nous les retrouvons plus nombreux même en espèces diverses qu'à Gibraltar, sur les côtes de notre Mauritanie saharienne.

Les essais qui se poursuivent actuellement à la hauteur de la baie du Lévrier (Port-Étienne) semblent devoir être intéressants. Cinq espèces différentes ont été jusqu'ici capturées dans cette région : *Balaenoptera musculus* en majorité, *B. Sibaldi*, *B. borealis*, *Megaptera boops* et *Physeter macrocephalus* (cachalot).

Ces animaux, qui ne semblent guère s'approcher des côtes à moins de vingt milles, paraissent venir du Nord et du Nord-Ouest, mais nous ignorons encore dans quelles régions ils se rendent.

Autour des Antilles françaises existent également un certain nombre d'espèces de baleinoptères qui semblent être *B. musculus* et *B. Sibaldi*, accompagnés d'un nombre, paraissant assez imposant, de cachalots.

Des essais de chasse vont être commencés et très prochainement, s'ils sont encourageants, une société franco-norvégienne en assurera l'exploitation, en installant ses usines dans un point convenablement choisi aux environs de Fort-de-France.

Il ne serait nullement étonnant, d'après les renseignements qui nous ont été fournis, que la chasse durât aussi bien aux Antilles qu'en Mauritanie, pendant la plus grande partie de l'année.

Nous ne sommes pas très bien renseignés sur les espèces de cétacés qui circulent dans la mer de Chine, au voisinage des côtes de notre colonie d'Extrême-Orient, mais nous savons cependant que les baleinoptères n'y sont pas très rares, parmi lesquels, certainement *B. musculus* dont un jeune est venu s'échouer sur les rochers de Poulo-Coudor, où il a pu être examiné par M. Krempf.

Par rapprochement avec les cétacés capturés par les Japonais, il est probable qu'il se joint à cette espèce, au moins deux autres, *B. borealis*, *Megaptera boops*, ainsi qu'un certain nombre de cachalots.

Cette question va être examinée de plus près et permettra, sans doute, d'installer en quelques points de la côte indochinoise, une société industrielle qui tirera parti de cette richesse encore inutilisée par nous.

Si maintenant nous nous dirigeons vers les régions australes où le Gouvernement britannique vient, sans faire beaucoup de bruit, de planter son pavillon sur toutes les terres inoccupées, pour s'assurer, sans aucun doute, une énorme prépondérance dans la chasse aux cétacés des régions antarctiques, nous constatons que la France possède aussi un certain nombre d'archipels ou d'îles (Kerguelen, Crozet, Saint-Paul et Amsterdam et la terre Adélie) que le Gouvernement vient, très heureusement, de rattacher au Gouvernement général de Madagascar. Autour de ces îles Australes et particulièrement autour de Crozet, Saint-Paul et Amsterdam, on trouve également des bandes de baleinoptères autrefois beaucoup plus importantes, mais qui se sont raréfiées à cause de la chasse intensive faite depuis un certain nombre d'années par les Compagnies anglaises et norvégiennes. Il est probable que, d'ici peu de temps, des essais de chasse seront tentés dans cette région en même temps que sur les côtes de Madagascar car les saisons de chasse ne doivent pas coïncider; les cétacés se trouvent pendant l'été austral dans l'Antarctique; chassés par la banquise, ils remontent, en effet, les uns sur la côte occidentale (nous les retrouvons au Gabon) et les autres sur la côte orientale, et par conséquent le long des côtes de la Grande Ile.

Comme on vient de le voir par cette rapide énumération de nos richesses coloniales en grands cétacés, nous pourrons, le jour où elles seront mises en exploitation, obtenir, nous aussi, des résultats industriels, sans aucune comparaison avec ceux des Anglais, mais qui seront, néanmoins d'un intérêt puissant pour les colonies elles-mêmes, qui y trouveront tous les engrais azotés nécessaires aux besoins de leur agriculture locale, et des ressources financières relativement importantes.

Cette « levée de harpons » ne risque-t-elle pas, étant donné le nombre considérable de sociétés d'exploitation et, par conséquent, de bateaux-chasseurs, de faire disparaître dans un délai relativement court, la plupart de ces espèces animales qu'il y a intérêt, pour toutes les puissances maritimes à protéger? Dans cette voie, la France a été une des premières à faire tout son devoir en nommant une commission interministérielle de fonctionnaires et de naturalistes dont les travaux ont abouti finalement à la promulgation du décret du 12 avril 1914. La France demandait en même temps une entente internationale pour la réglementation générale de la chasse aux cétacés dans toutes les mers du monde; elle préconisait aussi la constitution de vastes zones de réserves, en des points convenablement choisis, l'interdiction absolue de la chasse aux jeunes, au-dessous d'une taille déterminée, et enfin l'utilisation complète de toutes les parties des animaux capturés.

La guerre mondiale est venue au moment où les chancelleries des grands États coloniaux commençaient à s'intéresser à cette affaire. Depuis, il n'en a plus été question. Peut-être serait-il utile de reprendre aujourd'hui cette proposition, si l'on

Digitized by Google

veut arriver à temps pour conserver un certain nombre d'espèces qui, sans cela, tendent à disparaître.

La France qui, bien que possédant le plus petit nombre de sociétés, a pris dès 1914 toutes les dispositions légales qu'elle pouvait prendre pour limiter la destruction de ces espèces marines, sera, j'en suis convaincu, encore la première à accepter, et même à proposer aux autres nations intéressées une réglementation internationale de la chasse aux grands cétacés.

A. GRUVEL,
Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle,
Conseiller technique du Ministère des Colonies.

LE ROLE GÉOLOGIQUE DES SOURCES THERMALES

Il n'est pas de phénomène géologique où n'intervienne le rayonnement calorifique du Soleil, ou celui des parties les plus chaudes de la Terre. Mais les couches superficielles de l'écorce terrestre sont douées d'un pouvoir absorbant tel qu'elles servent d'écran entre le rayonnement solaire et le rayonnement terrestre, et que les effets de l'un et de l'autre ne se compensent jamais : la surface suivant laquelle les intensités respectives des deux rayonnements sont exactement équivalentes est partout très proche de la surface topographique. Il faut attribuer à l'énergie calorifique d'origine terrestre la cause de la plupart des phénomènes géologiques qui affectent l'ensemble des enveloppes concentriques de l'écorce.

Pourtant, il est rarement possible de retrouver cette énergie sous sa forme primitive, avant qu'elle ait été complètement utilisée dans des réactions géochimiques ou des actions orographiques. Dans le domaine strictement géologique, deux phénomènes seulement amènent à la surface de la terre des quantités sensibles de chaleur. Ce sont l'expulsion de magmas très chauds par les appareils volcaniques, et l'émission d'eau chaude par les sources minérales.

Le premier de ces deux phénomènes est bien fait pour frapper l'imagination. Ses manifestations peuvent dégénérer en catastrophes. Aussi a-t-il provoqué des recherches passionnées. Il existe une science vulcanologique, ancienne, cohérente, riche d'observations précises : elle est née de la terreur que les volcans inspirent à l'humanité.

Cependant, le rôle du volcanisme dans l'économie de l'écorce terrestre, à l'époque contemporaine tout au moins, paraît épisodique : il n'est pas aussi général que celui des sources thermales. Peut-être en a-t-il été autrement aux époques géologiques révolues.

Cette affirmation n'est pas destinée à prêter au domaine scientifique qui préoccupe l'auteur une importance artificielle : elle est basée sur des faits nombreux. Tous portent l'empreinte de cette vérité : *les volcans sont des manifestations paroxysmiques d'une activité discontinue.* Or, un phénomène géologique, pour avoir des effets généraux et grandioses, n'a pas besoin, à l'encontre de ce que croyait Cuvier, de revêtir la forme d'un cataclysme et de mettre en jeu une énergie formidable : *il suffit qu'il se reproduise en des points nombreux, d'une manière régulière et continue.* Les sources thermales remplissent parfaitement cette triple condition.

***

La faculté de combinaison de la plupart des éléments chimiques se trouve accrue par une élévation de température, et par le fait qu'ils se trouvent en solution.

Là est l'origine de l'activité géochimique des eaux thermales. Elles servent de véhicule aux deux tiers des éléments connus. Mais il est vraisemblable qu'il faille imputer à l'imperfection des méthodes d'examen le fait que trente éléments environ n'ont pu y être décelés. Il n'y a que peu de temps qu'on possède, dans les méthodes spectrographiques et électrométriques, le moyen de reconnaître dans les eaux thermales l'existence de métaux dont les combinaisons passaient jusqu'alors pour des types d'insolubilité, celle des gaz rares — Argon, Krypton, Néon, Xénon — et enfin celle des éléments radioactifs, démontrée par la présence dans les gaz des sources thermales du radon (émanation du radium) et de l'hélium.

Les sources d'eau chaude constituent ainsi l'un des agents les plus actifs de la migration des éléments de l'une à l'autre des enveloppes de l'écorce terrestre ; cette migration est la condition même du métamorphisme général, à qui l'on doit la formation des roches cristallines, que l'ancienne géologie appelait éruptives ou ignées : en l'état actuel de la science, il est plus prudent de les désigner par un terme qui, ne rappelant que leur aspect, ne préjuge en rien de leur mode de formation. Le rôle de l'eau thermale est certain dans la formation d'un certain nombre de gîtes métallifères et de minéraux rassemblés en filons. Nous verrons un peu plus loin qu'il est raisonnable de l'étendre à la formation de minéraux présents à l'état dispersé dans les roches les plus diverses.

Digitized by Google

***

La distribution des sources thermales à la surface du globe n'est pas quelconque : elle paraît liée à l'histoire géologique des chaînes de montagnes, qui ont constitué, à des époques différentes, le squelette de l'écorce terrestre.

Quatre systèmes orographiques se sont successivement formés le long des fosses géosynclinales où la sédimentation marine avait été intense. Les débris des plus anciens — on les appelle système huronien, système calédonien, système hercynien — n'existent plus qu'à l'état de plate-formes ou de massifs consolidés, c'est-à-dire dénués depuis longtemps d'activité tectonique propre. S'ils présentent encore, çà et là, quelques reliefs accentués, c'est presque toujours qu'ils ont été incorporés dans le système orographique le plus récent, ou qu'ils ont subi le contre-coup des mouvements qui en ont accompagné la formation.

Les chaînes de montagnes récentes, dont la surrection, qui a commencé au début de l'ère tertiaire, pourrait n'être pas partout terminée, dessinent à la surface du globe une figure en forme de 8, sur le tracé de laquelle toute l'activité géologique contemporaine paraît s'être concentrée. Si l'on joint par un trait continu les régions les plus troublées par des séismes, celles où les volcans en activité ou récemment éteints sont rassemblés, *celles enfin où les sources thermales sont nombreuses et abondantes*, on obtient, pour chaque forme d'activité, une figure qui se superpose assez exactement au 8 des grandes chaînes tertiaires.

La Cordilière bétique, les Pyrénées, les Alpes, l'Apennin, les Carpathes, les Balkans, le Caucase, en représentent la partie européenne. L'Atlas nord-africain complète la série des chaînes tertiaires qui entourent le bassin de la Méditerranée.

Ainsi les sources thermales apparaissent dans les régions les plus instables de l'écorce terrestre.

Cette observation générale éclaire tous les faits que l'hydrogéologie a pu réunir. Seules des régions instables peuvent être le siège de mouvements d'une ampleur suffisante pour rendre au jour des roches qui, partout ailleurs, restent enfouies à des profondeurs de plusieurs milliers de mètres. Seules des régions instables peuvent présenter des fissures propres à faciliter la circulation des eaux thermales.

***

Lorsque des massifs anciens, généralement hercyniens, se sont trouvés assez rapprochés des chaînes tertiaires pour avoir servi de butoir à la composante horizontale des mouvements de surrection, ils ont été découpés en un certain nombre de compartiments polygonaux limités par des *failles*, cassures plus ou moins verticales et généralement ramifiées.

Le caractère des accidents tectoniques qui affectent les chaînes tertiaires est entièrement différent : ce sont des chevauchements, qui résultent de l'étirement excessif de plissements compliqués, des charriages, des empilements de formations dont la superposition normale s'est trouvée intervertie ou troublée. Tous ces accidents portent l'empreinte de l'élasticité et de la *viscosité* des sédiments relativement récents. Tous résultent du déplacement relatif à des vitesses différentes, dans le sens horizontal, des sédiments aux dépens desquels se sont constitués les chaînes où ils apparaissent.

Dans ces conditions, on conçoit que l'émergence des eaux chaudes dans les régions restées « jeunes » et les régions qui ont « vieilli » revête deux formes opposées.

Les sources thermales des chaînes tertiaires sont *en général* peu minéralisées. L'analyse, lorsqu'elle emploie les procédés ordinaires — ou, en termes plus explicites, lorsque l'analyste laisse de côté les procédés physico-chimiques ou les méthodes purement physiques — n'arrive pas, en des cas nombreux, à établir de différence entre la minéralisation des sources froides et des sources thermales d'une même région. Si même les sources chaudes présentent une minéralisation exceptionnelle, l'élément ou le composé qui sert à la caractériser ne joue pas, du point de vue quantitatif, un rôle prépondérant : ainsi le monosulfure de sodium, qui donne aux sources thermales pyrénéennes leur caractère sulfureux, ne représente que huit centièmes, au maximum, du poids du résidu d'évaporation. Encore celui-ci ne dépasse-t-il pas quatre à cinq décigrammes par litre.

Au contraire, les sources chaudes des régions hercyniennes atteintes par le contre-coup des mouvements tertiaires — c'est le cas du Massif Central français, de la Meseta Ibérique et des massifs anciens de l'Allemagne du Sud et de la Tchécoslovaquie, où, en dehors des grandes chaînes, se trouvent rassemblées la quasi-totalité des sources thermales d'Europe — sont, relativement aux précédentes, riches en principes minéralisateurs. Ainsi la minéralisation des eaux du bassin de Vichy atteint, en certains cas, sept grammes par litre. En outre, il est fréquent que l'élément ou le composé caractéristique représente la majeure partie du poids du résidu d'évaporation : le bicarbonate de sodium représente à lui seul les quatre-vingts centièmes du poids du résidu des eaux du bassin de Vichy.

Comme toutes les généralisations relatives à

Digitized by Google

des faits d'ordre géologique, cette représentation schématique souffre des exceptions. Cependant, elle présente un caractère suffisamment constant pour qu'elle permette de prévoir, avec des chances d'erreur relativement faibles, et dans la mesure où les unités géologiques sont connues avec précision, quelle doit être la *minéralisation moyenne probable* des sources d'une région thermale située en un point quelconque de la surface du globe.

***

On n'aurait qu'une idée tout à fait incomplète de la distribution des sources thermales si l'on admettait que seules des conditions d'ordre tectonique déterminent la situation de leurs griffons.

Pour reprendre une image employée plus haut, le fait qu'une région a « vieilli » géologiquement, implique que les formations qu'on y rencontre ont subi un métamorphisme intense. Un très grand nombre de sources thermales — la totalité, si on laisse de côté les sources qui émergent au pourtour d'appareils volcaniques éteints ou actifs — sont situées au voisinage de surfaces de contact entre des formations représentant deux états différents d'une évolution métamorphique déterminée.

On peut aller plus loin et affirmer : 1° qu'à chaque type de contact correspond un type de minéralisation distinct; 2° que si l'on considère une région thermale dans son ensemble, aux variations de l'importance relative des formations qui interviennent dans l'émergence du type thermal local, correspondent des variations centésimales des éléments minéralisateurs présents dans le résidu d'évaporation des eaux.

L'application de ces trois principes à une région thermale de notre pays en fera comprendre l'importance générale.

Dans les Pyrénées, il existe, à côté de sources minérales froides assez nombreuses — les plus intéressantes, du point de vue thérapeutique, tiennent en solution des proportions variables de chlorure de sodium provenant des bancs de sel gemme du trias nord-pyrénéen — des sources thermales rattachables à deux types principaux. Les unes sont caractérisées par la présence du monosulfure de sodium et de ses produits d'oxydation, et par l'abondance de la silice. Les autres appartiennent au groupe des eaux « indéterminées » ou « aminéralisées » des nomenclatures classiques. Les sources sulfurées n'apparaissent que dans la zone primaire de la haute chaîne : encore faut-il que les formations primaires intéressées par la fissure hydrothermale soient « enracinées ». Le contact caractéristique des sulfurées pyrénéennes paraît faire intervenir des roches granitoïdes — granites vrais, granulites, pegmatites, granitogneiss, etc. — et des schistes primaires plus ou moins proches de l'état cristallin. La proportion de sulfures dans les eaux pyrénéennes varie de quelques millièmes à quelques centièmes du poids de leur résidu. Cette variation se fait en raison inverse de l'importance superficielle des massifs granitiques dans chacune des quatre régions thermales de la zone primaire. La proportion de chlore varie de quelques centièmes à quelques dixièmes du poids du résidu : elle est d'autant plus élevée que les chevauchements de la zone primaire sur les roches secondaires et tertiaires des Pyrénées espagnoles sont plus nets, plus importants et plus nombreux.

Sitôt qu'on quitte la zone primaire pour pénétrer dans la région située plus au nord, où les formations sont d'âge secondaire, le caractère sulfuré des sources disparaît : cela est si net que, en plusieurs points de la chaîne, des sources thermales situées sur le même accident tectonique présentent des minéralisations opposées. Ainsi la station thermale d'Amélie-les-Bains et la source chaude de Reynès, en Roussillon, sont situées sur le tracé d'un chevauchement local : la première est au milieu de formations primaires, la seconde au milieu de terrains secondaires. Deux kilomètres à peine les séparent. Amélie-les-Bains possède des sources sulfureuses; la source de Reynès est « indéterminée ».

De tels faits s'observent dans toutes les régions thermales de notre pays, et il est vraisemblable qu'un examen attentif des sources chaudes des pays étrangers et de leurs conditions d'émergence en démontrerait la généralité.

L'abondance de l'azote, des gaz rares et de l'émanation du radium, qui peuvent être recueillis au griffon des sources thermales, prête à des constatations analogues, comme l'ont démontré les travaux de MM. Moureu et Lepape et de quelques autres savants.

Il existe donc une relation étroite entre la nature et l'importance du métamorphisme qui a affecté les roches anciennes, et la minéralisation des sources thermales. Les observations et les exemples qui précèdent la rendent manifeste et en font pressentir l'importance géologique.

Des savants ont admis qu'en un certain nombre de cas, les eaux thermales sont la cause même de l'évolution des sédiments vers l'état cristallin, cause que la majorité des géologues attribuent à l'action des magmas profonds et des éléments volatils qui s'en dégagent et se répandent dans les couches moyennes de l'écorce terrestre. Il est intéressant de rappeler quelques-uns des faits sur lesquels s'appuie la conviction des partisans de la théorie du métamorphisme hydro-thermal.

Digitized by Google

On sait que les argiles kaoliniques proviennent de la destruction, dans l'enveloppe superficielle, des alumino-silicates cristallins qui constituent la majeure partie des roches de l'écorce terrestre. Ces composés sont instables en présence d'eau, d'acide carbonique et d'oxygène. Mais, comme l'a écrit M. Vernadsky dans sa *Géochimie*, les processus contraires commencent à de petites profondeurs : chaleur et pression paraissent y jouer un rôle certain. Ainsi se forment du quartz et des minéraux tels que le disthène, l'andalousite, la sillimanite, signalés dans des roches présentant un commencement de métamorphisation. Des processus analogues paraissent donner des zéolithes qui cristallisent en présence d'eau à des températures de l'ordre de 100 degrés, correspondant à des profondeurs de l'ordre de trois mille mètres — la température de l'écorce terrestre augmentant d'une façon assez régulière d'un degré pour trente-deux mètres de profondeur. Il est intéressant de noter que de nombreuses sources thermales, les sulfurées entr'autres, prennent leur minéralisation primaire — celle qui est dosable par les procédés gravimétriques — à des profondeurs qui ne doivent pas être de beaucoup supérieures à trois mille mètres.

La synthèse de la plupart des alumino-silicates — des feldspaths en particulier — a été réalisée par Sainte-Claire Deville, en vase clos, en présence d'eau et de vapeur d'eau, à des températures qui n'ont pas dépassé 170 degrés pour certains d'entre eux. Mais le savant chimiste n'avait pu, dans ses essais, tenir compte du facteur « durée », qui joue en géologie un rôle évident. Il est donc probable que la température minima indiquée par Sainte-Claire Deville n'a pas besoin d'être atteinte dans la nature : elle correspond à des profondeurs de l'ordre de cinq mille mètres.

Ces faits, rapprochés du mode d'émergence des eaux thermales, conduisent à faire admettre l'existence d'un métamorphisme général par voie hydrothermale, opposable au métamorphisme général par voie ignée. Il faut reconnaître que la théorie hydrothermale a gagné peu de terrain depuis l'époque déjà lointaine où elle fut introduite — avec quelle timidité — dans la science géologique. Si l'explication de la formation de minéraux métamorphiques très nombreux et très abondants doit être recherchée dans des processus hydrothermaux, trop d'objections s'opposent à ce que la même origine soit attribuée aux roches cristallines elles-mêmes. On ignore, par exemple, jusqu'à l'ordre de la profondeur au-dessous de laquelle l'existence d'eau *liquide* dans l'écorce terrestre est une impossibilité physique. Les évaluations les plus fantaisistes ont été proposées. Il est possible qu'une application méthodique des principes et des lois de la thermochimie fournisse un jour une solution satisfaisante de ce problème, dont l'importance générale est considérable. Il semble, cependant, que la température à laquelle la moyenne des feldspaths puissent se former corresponde à des profondeurs où la présence d'eau liquide est devenue bien problématique.

Mais les sciences évoluent, et telle théorie combattue hier est devenue article de foi pour la génération contemporaine. Si même on estime erronée la théorie du métamorphisme hydrothermal, poussée jusqu'aux extrêmes limites de son développement logique — à quels invraisemblables résultats ne sont pas arrivés Wegener et ses élèves, en développant d'une façon strictement logique les conséquences de la théorie de la dérive des continents, que M. Termier exposait récemment aux lecteurs de cette Revue? — on doit admettre que les sources thermales sont une des conséquences les plus évidentes du métamorphisme, et la preuve de sa survivance à l'époque contemporaine.

***

Le résultat précédent n'implique aucune hypothèse : comme tel, il restera acquis à la science géologique, quelle que soit l'interprétation qu'on pourra en donner.

Il n'en est pas de même de tous les faits que l'étude des eaux thermales a permis d'observer. Aucune question n'a été plus discutée que celle de l'origine même des eaux chaudes, et des éléments qui en constituent la minéralisation. Il est impossible en l'état actuel de la science, de résoudre d'une manière définitive des problèmes de cette nature : il est vraisemblable qu'ils admettent autant de solutions qu'il existe de types d'eaux thermales. Aussi nous contenterons-nous d'exposer l'un de ceux qui présentent un intérêt vraiment général.

Le rapport moyen de la masse du sodium à la masse du potassium présents dans les minéraux des roches nous est connu grâce à des travaux d'ordre analytique où les savants américains ont pris la plus grande part : il est voisin de l'unité, chacun de ces deux éléments étant en quantités à peu près égales dans l'écorce terrestre.

Or, dans les eaux thermales, le sodium est, en moyenne, quinze à vingt fois plus abondant que le potassium. On ne connaît pas d'exemple d'une eau terrestre où le sodium soit moins abondant que l'un quelconque des quatre autres métaux alcalins. Il s'ensuit que toutes les eaux — froides ou thermales — allant à l'océan, la salure des mers doit augmenter constamment.

Digitized by Google

Voilà un phénomène dont il n'a été donné jusqu'à présent aucune explication contrôlée par des recherches expérimentales. Quelques savants ont fait intervenir le pouvoir absorbant des roches de l'écorce terrestre, et en particulier des roches sédimentaires, considérées comme des filtres osmotiques : les composés du sodium peuvent traverser les couches poreuses et enrichir l'eau des sources et des océans, tandis que la masse moléculaire plus élevée des composés du potassium les retient en deçà du filtre. Cette explication est hasardeuse. Elle paraît négliger l'influence des contre-pressions et les questions de concentration. Aussi est-il préférable de faire appel à des considérations d'ordre chimique.

On a observé que les micas qui subsistent dans les kaolins provenant de l'altération des roches cristallines sont presqu'exclusivement potassiques. On se rappellera à ce sujet que les sources thermales apparaissent généralement à l'intérieur ou au pourtour des massifs cristallins.

Il est donc probable que les composés complexes — siliceux, alumineux et magnésifères — du potassium dans l'écorce terrestre sont plus stables que les composés du sodium. Dans ces conditions, ils doivent entrer avec moins de facilité dans les solutions salines naturelles que constituent les eaux douces ou thermales, lorsque les roches cristallines se décomposent dans les couches superficielles, sous l'action de l'eau, de l'oxygène, de l'acide carbonique atmosphérique ou juvénile — c'est-à-dire issu des magmas profonds — et sans doute, des organismes vivants.

Ainsi se trouverait justifiée l'abondance du sodium dans les eaux terrestres.

***

L'étude des eaux thermales met le chercheur aux prises avec une foule de problèmes dont la résolution apporterait à la science géologique le moyen d'interpréter des phénomènes restés obscurs.

C'est dans le but de faire ressortir cette vérité que nous avons donné, dans les pages qui précèdent, quelque développement au problème du métamorphisme hydrothermal. Mais il est encore de ceux dont il a été donné des solutions ingénieuses et séduisantes, que l'absence de confirmation expérimentale rend précaires et prématurées.

Il est vraisemblable que des recherches systématiques seront entreprises, qui permettront de les résoudre. La géologie modifie peu à peu ses méthodes, et tend à adopter celles que la chimie et la physique mettent à la disposition de toutes les sciences naturelles. Le temps n'est plus où les sciences purement descriptives pouvaient ignorer les sciences de laboratoire : le morcellement de la géologie en sept ou huit sciences distinctes, réalisé il y a une cinquantaine d'année, le démontre à l'évidence. La minéralogie n'est-elle pas devenue une science physico-chimique, et la sismologie un chapitre de la mécanique analytique?

L'hydrogéologie est l'un de ces champs où la fusion de l'esprit des sciences naturelles et des sciences expérimentales doit être féconde en résultats. Comme toutes les sciences jeunes, elle laisse encore à l'hypothèse une part trop grande.

Mais qu'importe après tout l'hypothèse, si elle provoque l'enthousiasme et conduit au progrès?

Pierre URBAIN,
Chef de Travaux à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie de Paris.

REVUE AGRONOMIQUE

LE PROBLÈME DE LA CULTURE DU COTONNIER DANS NOS COLONIES ET LA NÉCESSITÉ D'UNE ORGANISATION SCIENTIFIQUE POUR LE RÉSOUDRE.

Il a suffi à la France de quarante années d'efforts se succédant de 1872 à 1914 pour conquérir, explorer et organiser le plus grand domaine colonial qui existe dans le monde après celui de la Grande-Bretagne, comptant 12 millions de km² et environ 50 millions d'habitants. Certaines de ces colonies, l'Afrique du Nord, l'Afrique occidentale et centrale, l'Indochine, Madagascar constituent de véritables empires habités par des races intelligentes, attachées au sol de leur pays, avides de progrès et pour lesquelles la France doit être, pendant de longues années encore, un véritable tuteur.

A ce rôle de tuteur nous n'avons pas manqué jusqu'à ce jour. Nous avons apporté aux peuples groupés sous notre protectorat la paix, la sécurité et une première organisation politique. Dans des pays où l'esclavage et la razzia étaient la règle il y a peu d'années encore, les indigènes peuvent vaquer librement à leurs travaux et les enfants peuvent aller loin de leur village sans crainte d'être enlevés; un commerce assez important s'est développé jusqu'aux confins des pays que

Digitized by Google

nous avons occupés. La valeur des exportations coloniales atteint déjà 6 à 8 milliards de francs par an. Ce chiffre élevé donne à beaucoup de Français l'illusion que nos colonies sont prospères. Prospères, elles le sont presque toutes en effet, si la prospérité consiste à équilibrer un budget de dépenses déjà élevées ; au contraire, il faut bien avouer qu'elles sont encore très pauvres si on compare leur situation actuelle à ce qu'elle pourrait être si, en même temps que nous en faisions la conquête, nous nous étions préoccupés d'organiser leur mise en valeur.

Certes une besogne non négligeable a été accomplie, mais sans programme, d'une manière parcimonieuse et en éparpillant nos efforts, de sorte que les résultats sont très modestes.

Aussi toutes nos colonies sont à l'heure actuelle à un tournant très sérieux de leur histoire. Jusqu'à présent leur agriculture est restée, à de rares exceptions, ce qu'elle était dans le passé. Suivant l'expression de M. Albert Sarraut, ancien Ministre des Colonies, il faut adopter au plus tôt des méthodes nouvelles. « Il ne suffit pas, disait-il, ayant l'espace devant soi, de travailler, de semer, de planter au hasard et à la hâte sans discernement, sans expériences préalables, sans directions sûres et éprouvées. Ce qui revient à dire que la colonisation ne peut se passer de l'aide scientifique. Et il apparaît désormais indispensable, dans chaque colonie, d'organiser fortement, durablement, sur des bases solides et logiques, avec les méthodes, le personnel et le matériel nécessaires, le concours de la technicité scientifique à l'œuvre d'exploitation économique (1) ».

I. — L'Agriculture coloniale et son avenir.

Si toutes les branches de l'activité aux colonies demandent le concours de la science, il n'en est pas qui en ait plus besoin que l'agriculture.

Plus encore sous les tropiques que dans les pays d'ancienne civilisation, l'agriculture paysanne, qui fait vivre presque tous les peuples, constitue la plus grande richesse à condition de l'adapter au progrès au lieu de la laisser croupir dans la routine.

Or sait-on quelle est la situation actuelle de l'agriculture indigène dans nos différentes colonies? Partout son développement est rudimentaire, et le cultivateur de nos possessions, d'une manière générale, est ignorant et pauvre. En s'imposant un travail souvent très pénible, il arrive difficilement à produire les denrées nécessaires à sa maigre subsistance ; il peine sans profit. Cela tient à ce que ses procédés de culture sont primitifs, sans doute plus arriérés que ceux qu'avaient nos ancêtres au moyen âge. Dans la plupart des pays tropicaux, la charrue est inconnue, on pratique l'antique écobuage, les semences employées ne sont pas sélectionnées, les maladies des plantes et les intempéries occasionnent certaines années de grands dégâts entraînant des famines qui déciment les populations. Partout, faute de bras et de moyens, on n'utilise qu'une partie infime du sol disponible. Celui-ci est souvent gaspillé à la suite de déboisements inconsidérés et de feux de brousse auxquels succèdent des pluies diluviennes entraînant la terre nue qui n'est plus protégée par son manteau végétal. Aussi existe-t-il déjà dans chaque colonie de vastes espaces condamnés à l'éternelle stérilité, à moins qu'on ne les reboise un jour. Dans les pays tropicaux, comme chez nous, les terres ne sont productives que si l'homme au lieu de les dégrader entretient leur fertilité. Dans beaucoup de pays chauds où la densité de la population atteint parfois moins d'un habitant au km², l'indigène a à sa disposition des espaces illimités pour la culture ; en employant le feu il les déboise et les stérilise peu à peu. Il reste pourtant encore dans la plupart de nos grandes colonies des millions d'hectares de terres cultivables, souvent sans possesseur effectif et actuellement improductives.

On peut dès lors se demander si des entreprises européennes employant des indigènes comme travailleurs ne réussiraient pas à cultiver méthodiquement ces terres et à les faire produire. Actuellement, au moins en Afrique tropicale, il n'y a place que pour un nombre limité de ces entreprises, car la population est clairsemée, et les Noirs en général sont peu disposés à louer leurs bras dans des plantations européennes.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, dans l'ensemble de nos colonies, Afrique du Nord et vieilles colonies mises à part, plus de 1.000 de ces entreprises.

L'organisation d'un certain nombre de plantations modèles européennes est cependant grandement désirable, car ces plantations peuvent être les sources principales fournissant les produits agricoles dont nous avons besoin, leur production étant souvent décuple, à surface égale, des cultures indigènes. En outre, elles contribueront à améliorer l'agriculture paysanne en introduisant dans chaque pays des méthodes perfectionnées de culture, des meilleures semences, des outils que l'indigène apprendra progressivement à utiliser. De telles plantations, si elles sont dirigées par des techniciens sérieux, doivent être grandement aidées par l'administration, sinon elles se heurteront à d'extrêmes difficultés. Il leur faut aussi tout d'abord des routes et des moyens de transports,

(1) Sarraut (Albert). *La Mise en valeur des Colonies*, 1922, p. 342.

Digitized by Google

mais cela ne suffit pas. Le colon est souvent très embarrassé dans le choix des cultures à faire, des méthodes à employer; ce n'est pas à lui qu'il appartient de sélectionner les semences, d'étudier les maladies des plantes cultivées pour les prévenir ou les combattre ; cette tâche incombe à des organismes d'État disposant de spécialistes permanents. Quel que soit le procédé envisagé de mise en valeur des colonies : ou le développement de l'agriculture paysanne indigène ou la création de domaines européens, ou mieux, les deux méthodes à la fois, l'agriculture dans les pays nouveaux ne peut progresser sans l'aide scientifique intervenant pour apporter le concours d'une technicité constamment mise à jour.

Il faut aussi instruire les indigènes et diffuser chez eux de meilleures méthodes de culture, dégager et dresser les élites de collaborateurs qui, comme moniteurs ou contremaîtres, feront pénétrer ces méthodes partout.

Il faut enfin que le capitaliste et le colon français soient assurés de trouver, pour leurs entreprises, non seulement de la main-d'œuvre et des moyens de transports, mais aussi des conseils techniques.

En prenant l'exemple du coton, si nécessaire à notre industrie, et que la plupart de nos possessions pourraient produire, nous avons voulu montrer, dans les lignes qui vont suivre, l'ampleur de la tâche que nous avons désormais à remplir dans nos colonies. Suivant l'expression de M. le Sénateur Messimy, « sous le rapport des cultures coloniales, la France est au stade de croissance d'un petit enfant qui tente de faire ses premiers pas ou de prononcer en balbutiant ses premières paroles ». L'enfant peut grandir et doit grandir si le Gouvernement encourage, par des moyens appropriés, la solution des problèmes dont nous allons montrer la complexité. Nos premières recherches sur la culture du cotonnier ont commencé il y a 25 ans au Soudan français. En suivant depuis cette date les nombreux travaux publiés spécialement aux Etats-Unis sur cette culture, sur son amélioration, nous avons pu rassembler une documentation tenue constamment à jour. Elle nous permet d'exposer comment se pose, dans les colonies que nous avons pour la plupart explorées au point de vue scientifique (Côte d'Ivoire, Dahomey, Haute-Volta, Boucle du Niger, Sénégal, Congo, Chari-Tchad, Cambodge, etc.), le problème cotonnier. Nous montrerons ensuite comment il nous paraît pouvoir être résolu.

La production par nos colonies de tout le coton dont nous avons besoin ne pourra, du reste, être obtenue qu'à longue échéance, mais il serait pourtant possible de récolter, dans un laps de temps assez court, une partie appréciable de notre consommation.

II. — Les besoins de la France en Coton

Les besoins de la France en matières premières d'origine agricole sont considérables. A la veille de la guerre nous en importions pour 2 milliards 600 millions de francs par an, ce qui représente au cours actuel du franc environ 10 milliards. Sur ce total nos colonies fournissaient 1/10 à à peine de nos importations. La situation ne semble pas s'être beaucoup améliorée depuis le grand cataclysme. Si l'on évalue le tonnage actuel des matières agricoles qui viennent des colonies en France, on s'aperçoit que certains produits montrent un léger accroissement; l'apport d'autres denrées est au contraire en régression.

En ce qui concerne les matières textiles, d'après M. Messimy, nous en avons importé de l'étranger pour 7 milliards 186 millions de francs en 1923, et ce chiffre est très notablement dépassé en 1924. Outre le coton qui nous vient presque exclusivement des pays à change élevé, nous achetons à l'étranger plus de la moitié de notre laine et de notre soie, les 3/4 de notre lin et la totalité de nos jutes (1).

Pour le coton, la situation est la suivante :

En 1912, notre industrie textile absorbait 346.160 tonnes de coton et déchets de coton, représentant une somme de 546.113.871 francs en valeur douanière. Actuellement notre consommation annuelle est inférieure en tonnage à celle de 1912, n'étant en moyenne que de 242.940 tonnes pour les quatre dernières années (1920-1923), mais elle représente, d'après les valeurs en douane accusées par l'administration, une sortie annuelle de plus de 2.258.000.000 de francs, somme encore bien inférieure à la valeur réelle qui ne dépend pas seulement de la variation des cours, mais encore de celle des changes. Les Etats-Unis nous fournissent environ 70 % de notre consommation, l'Egypte 10 %, les Indes 8 %, les autres pays 12 %. La part de nos colonies dans cette fourniture est à peine de 0, 70 % (15.000 à 20.000 quintaux). Mais la France n'importe pas que du coton en fibre ; elle achète aussi à l'étranger des tissus de fils et des déchets de fils de coton. Ces importations, qui représentaient en 1921 une valeur douanière de 89.514.000 francs, atteignent pour les trois dernières années une moyenne de 213.329.000 francs.

Actuellement nos achats de coton sous toutes formes représentent 9,5 % du chiffre total de nos importations au commerce spécial ; leur valeur en douane a subi une augmentation de 27,6 % par rapport à celle de 1912. (Rapport de l'Agence

(1) Général Messimy, Rapport au Sénat. *Revue politique et parlementaire*, t. CXX, n° 357, 10 août 1924, p. 161.

Digitized by Google

économique de l'Indochine sur la production et la consommation mondiale du Coton, Mss. 1924) (1).

En 1923, d'après le rapport de M. A. Messimy, les importations de coton en fibre et déchets de coton ont été de 261.520 tonnes évaluées à 2 milliards 880 millions de francs ; la presque totalité de cette somme a dû être convertie en or puisque le franc papier n'a pas cours dans les trois grands pays producteurs : les Etats-Unis, l'Egypte et l'Inde.

En 1924, par suite de l'élévation du change, la situation est encore beaucoup plus grave. La répercussion de ces importations se fait sentir sur le pays tout entier.

1° D'abord sur l'industrie textile : L'industrie textile fait vivre en France, en y comprenant l'Alsace-Lorraine, plus d'un million d'ouvriers et ouvrières ; l'industrie cotonnière seule occupe près de 250.000 ouvriers. Elle met en mouvement 8.645.000 broches dont 2 millions dans le Nord, 2 millions dans l'Est, un million et demi en Alsace, 1.300.000 en Normandie. La filature et le tissage représentent 1.200 usines ;

2° Ensuite sur toutes les autres industries : pour le fonctionnement des filatures et des tissages, pour les teintures et les apprêts, il faut une quantité énorme de combustible, de pièces de métallurgie, de produits chimiques, d'énergie sous toutes les formes ;

3° Il est sur une branche importante de notre commerce national. Tous les tissus fabriqués ne restent pas en France. Une certaine quantité, qui pourrait du reste être considérablement accrue, est exportée aux colonies. Une autre part va à l'étranger. La valeur de nos exportations de tissus et fils de coton est passée de 401.951.000 francs en 1921 à 1.587 millions de francs pour la période de 1922-1923, accusant une augmentation de 29,5 % et représentant 5,4 % du chiffre total de notre commerce d'exportation. Il est certain que si nous produisions la matière première dans nos colonies, la situation serait bien plus avantageuse encore ;

4° Enfin toutes les classes sociales de la nation font pour une très large part usage de linge et de vêtements de coton. La raréfaction du coton brut et son renchérissement sont donc une des causes de la vie chère.

III. — Le Cotonnier au point de vue Botanique.

Le Cotonnier est une Malvacée cultivée par l'homme depuis la plus haute antiquité. A l'époque de Pline, il existait déjà en Egypte, où on l'appelait *Gossipion* ou *Xilon*. Les soies qui fournissent le précieux textile se développent à la surface des graines insérées en nombre variable dans les loges des fruits de la plante. Ces soies ne sont autre chose que des poils servant à la protection et à la dissémination des graines. Au lieu d'en confectionner des tissus, certaines peuplades primitives de l'Afrique pour lesquelles le vêtement est une parure inutile, se servent des fils de coton pour faire des lignes de pêche ou des filets. Aussi le coton

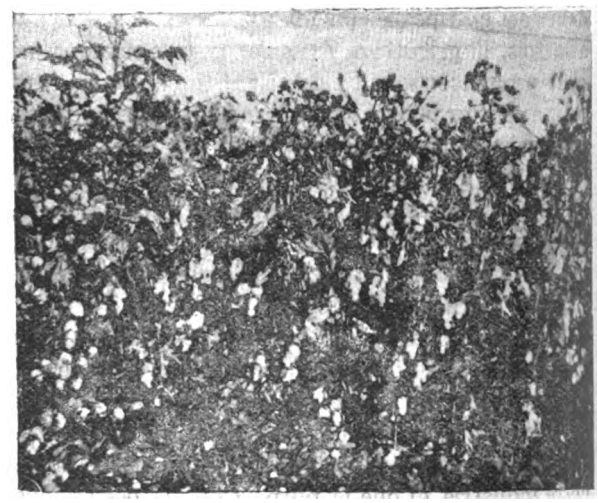


Fig. 58. — Un champ de Cotonnier Pima en Arizona, au moment de la récolte (d'après O.-F. Cook et R.-D. Martin, Département d'Agriculture des États-Unis, Farmers' Bulletin n° 1432).

a sans doute été employé par les pêcheurs — et il l'est encore de nos jours, par exemple sur les bords du Mékong comme sur les bords du Niger — bien avant qu'on soit parvenu à le tisser.

Les diverses races humaines, au cours de leurs migrations, bien avant la période historique, avaient dû transporter certaines espèces : l'*herbaceum* en Asie, l'*hirsutum* en Amérique, bien au delà de l'aire où ces plantes vivaient à l'état sauvage.

Ces plantes croissent en général de préférence dans les pays subtempérés chauds. Mais elles peuvent également s'adapter aux contrées tropicales, et certaines espèces sont même franchement équatoriales. D'autres formes enfin remontent assez loin au Nord. Certaines variétés de l'*herbaceum* sont encore cultivées sous le climat de la Bulgarie, de la Grèce et du Sud de l'Italie ; elles peuvent même par les étés chauds mûrir leurs capsules sous le climat de Paris. Certaines formes supportent même, dans le jeune âge — 5° ou 6° C. ; toutefois il est bien certain que la culture du Cotonnier en France n'offre qu'un intérêt de curiosité.

(1) Nous remercions M. Garnier, Directeur de l'Agence, de nous avoir communiqué cet intéressant document.

Digitized by Google

***

Le genre Cotonnier (*Gossypium*) créé par Linné en 1735, mais déjà sommairement décrit par Ruellius, Lobel, et Mathiole dès le XVI^e^ siècle, comprend une douzaine d'espèces linnéennes ou phénotypes. Sir Georges Watt énumérait, en 1907, dans le genre, 42 espèces élémentaires ou jordanons spontanés ou cultivés. Le chiffre en est certainement beaucoup plus élevé. G. Watt ne s'est occupé, en effet, que des formes admises dans

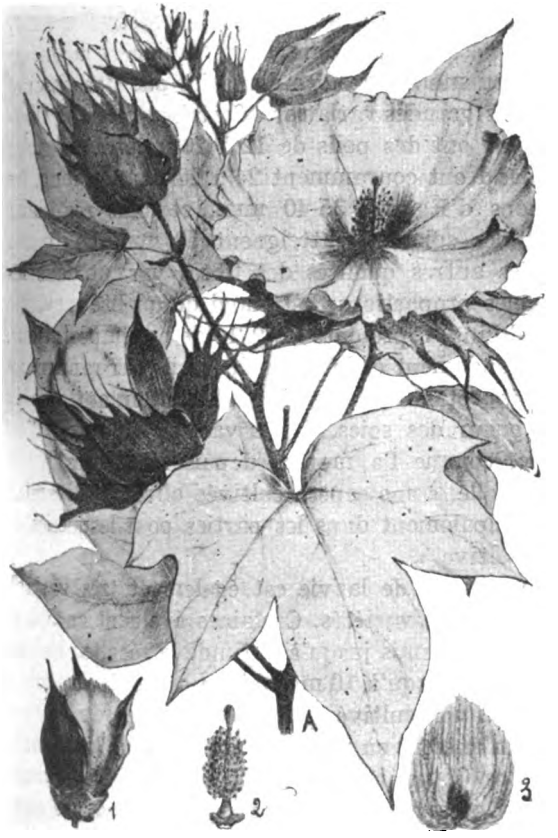


Fig. 59. — Cotonnier d'Egypte. Forme essayée au Soudan français en 1899 (dessin de M. J. Trottet, d'après l'Herbier Aug. Chevalier).

la nomenclature botanique. Il ne tient pas compte en général des formes nouvelles créées par la culture. En outre l'exploration des contrées peu connues fera sans doute découvrir de nouvelles espèces sauvages. Les phénotypes connus semblent contenir un nombre illimité de lignées pures ou biotypes. La fécondation des Cotonniers est généralement croisée. La plupart des espèces américaines s'hybrident entre elles et elles peuvent donner lieu à un nombre de combinaisons quasi infini. Chaque année les agriculteurs et les botanistes obtiennent ainsi de nouvelles formes qui sont le résultat de mutations ou d'hybridations naturelles ou artificielles. Aussi connaît-on aujourd'hui plusieurs centaines de variétés cultivées de Cotonniers.

On peut grouper les espèces connues en trois sections correspondant à leur pays d'origine :

Espèces de l'Ancien Monde : *G. herbaceum* L., *G. arboreum* L., *G. anomalum* ; etc.

Espèces du Nouveau Monde : *G. hirsutum* L., *G. punctatum* Schum, *G. brasiliense*, *G. barbadense* L., etc.

Espèces des Iles du Pacifique : *G. tomentosum* Nutt., *G. Robinsonii* F. von Mull., *G. Sturtii* F. v. M., *G. taitense* Parlat, etc.

Parmi ces espèces, les unes, comme le *G. anomalum* que nous avons observé dans les steppes de l'Afrique centrale, ne sont connues qu'à l'état sauvage. Leurs graines ne sont couvertes que d'un très court duvet inutilisable. Il ne viendrait à l'idée de personne de les cultiver. Au contraire les espèces dont les soies dépassent 15 mm. de

Fig. 60. — *Gossypium anomalum*, cotonnier vivant à l'état sauvage au sud du Lac Tchad (dessin de M. J. Trottet, d'après l'Herbier Aug. Chevalier).

long n'existent qu'à l'état cultivé ou bien elles sont naturalisées autour des villages ou sur l'emplacement d'anciennes cultures. Les formes spontanées d'où elles dérivent sont probablement

Digitized by Google

éteintes. En réalité les espèces cultivées, même celles qui ont les fibres les plus courtes et les plus grossières, sont le résultat de sélections millénaires pratiquées plus ou moins volontairement par l'homme.

Le Cotonnier est en effet cultivé dans l'Inde, en Chine et chez les Indiens de l'Amérique depuis des temps préhistoriques. Il était connu des anciens Egyptiens bien que manquant dans les sépultures pharaoniques ; on l'a trouvé aussi dans les tombeaux précolombiens du Mexique. On lui connaît plusieurs noms sanscrits (Wadara, Karpasi, etc.) et d'après F.-W. Thomas, il en est déjà fait mention dans un livre sacré des Brahmanes remontant à 800 ans avant J.-C.

Ainsi que toutes les plantes cultivées depuis une haute antiquité, les principales espèces de *Gossypium* présentent, comme nous l'avons dit, une infinité

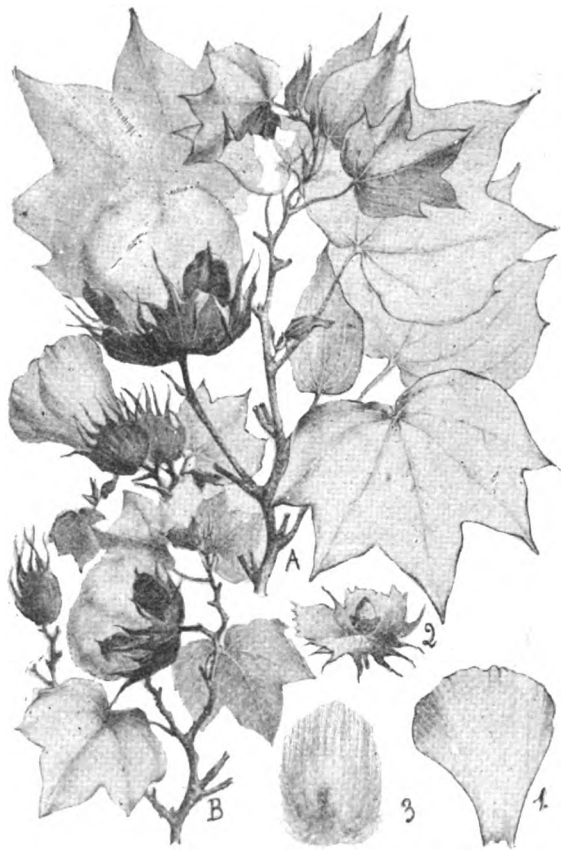


Fig. 61. — *Gossypium punctatum*. Forme cultivée par les indigènes au Soudan français. A, rameau de première année. B, rameau de deuxième année (dessin de M. J. Trottet, d'après l'Herbier Aug. Chevalier).

de variétés adaptées à chaque sol, à chaque climat, ou offrant telles ou telles qualités déterminées.

Ces variétés diffèrent par la taille, le port, la durée de la vie, la forme et la grosseur des capsules, la longueur des poils et leur degré d'adhérence au tégument, les qualités des soies, etc. La plupart des sortes, quand elles croissent sous un climat et dans un sol qui leur conviennent, atteignent au bout de 5 à 6 mois la taille moyenne de 1 mètre à 2 mètres de hauteur et forment de petits buissons ramifiés dès le ras du sol ; toutefois, dans les pays arides, certaines sortes ne s'élèvent pas à plus de 30 cm. de haut et vivent 5 à 6 mois au maximum, tandis que dans les régions équatoriales des variétés du *brasiliense*, le « Caravonica » notamment, peuvent vivre une dizaine d'années et former de petits arbres de 4 à 5 mètres de haut. Mais c'est surtout dans la dimension et la finesse plus ou moins grandes des soies que l'on observe de très grandes variations. Certaines races de l'*herbaceum* ont des poils de 12 à 20 mm. de long, les Upland ont couramment 24 à 28 mm. de long, les cotons d'Égypte 35-40 mm., certains sea-island ont des soies qui atteignent 50 mm. La finesse et les autres qualités des fibres varient dans les mêmes proportions. L'Upland de qualité moyenne (Middling) représente les 9/10 de nos importations. Le rendement et le poids des poils par rapport au poids total de la graine varient autant que la longueur des soies, d'une variété à l'autre. C'est que, comme l'a montré depuis longtemps A. de Candolle, « une espèce cultivée offre des diversités principalement dans les parties pour lesquelles on la cultive ».

La durée de la vie est également très variable suivant les variétés. Certaines évoluent en 5 mois depuis le semis jusqu'à la fin de la récolte, d'autres mettent jusqu'à 10 mois ; il en est enfin, comme le *punctatum* cultivé par les indigènes du Soudan, qui n'entrent en pleine production que la 2e année.

Les Cotonniers sont très sensibles aux fumures ainsi qu'aux irrigations dans les pays où les quantités de pluies sont insuffisantes. Leur bon développement est subordonné aussi aux qualités du sol, et on ne peut les cultiver constamment sur le même terrain. Le plus souvent celui-ci est soumis à des rotations triennales, et pour chaque pays les plantes à cultiver en assolement avec ce textile doivent être recherchées.

En général les variétés les plus améliorées et les plus productives sont les plus exigeantes et les plus sensibles aux maladies.

Le Cotonnier est, en effet, attaqué par de nombreux parasites et par des maladies (insectes, champignons, bactéries) qui peuvent même empêcher complètement sa culture. Au nombre des ennemis les plus redoutables, il faut signaler le Charançon de la capsule ou Boll weevil (*Anthonomus grandis*) qui cause des dégâts considérables dans le Sud des États-Unis, le Bollworm (*Heliothris*

Digitized by Google

armiger) qui sévit dans un grand nombre de pays, enfin le Ver rose (*Gelechia gossypiella*) qui a causé de grands dégâts surtout en Égypte.

FIG. 62. — *Gossypium obtusifolium*, cotonnier asiatique parfois cultivé au Soudan français, par les indigènes (dessin de M. J. Trottet, d'après l'Herbier Aug. Chevalier).

Les maladies les mieux connues sont l'anthracnose, la pourriture des racines, la rouille des feuilles. On lutte contre les insectes nuisibles en désinfectant les graines, en cultivant des plantes pièges, en traitant les plantes par des bouillies insecticides. Aux États-Unis un puissant service entomologique rattaché au Département d'Agriculture et disposant de millions de dollars a pour mission d'étudier les moyens de combattre les insectes nuisibles aux cultures et en particulier à celle du Cotonnier. C'est ainsi qu'on a essayé ces dernières années une nouvelle méthode de pulvérisations à l'aide d'avions pour lutter contre le Charançon.

Les maladies du Cotonnier causées par des parasites végétaux sont également enrayées par des mesures prophylactiques. C'est ainsi que pour lutter contre la flétrissure causée par un *Fusarium*, W.-A. Orton a isolé des plants de Cotonniers possédant une résistance naturelle à la maladie. En partant de ces plantes autofécondées on a obtenu des lignées maintenues résistantes pendant plusieurs années. Les qualités commerciales de ces races ont été élevées par sélection au niveau des meilleures sortes cultivées.

La sélection joue en effet un très grand rôle dans la culture moderne du Cotonnier. A égalité de frais de culture, certaines variétés donnent pour la même surface des rendements doubles ou triples. Aussi aux États-Unis les grands propriétaires de terrains agricoles, les filateurs, les Collèges d'agriculture, le Gouvernement fédéral, les acheteurs de coton, tous ont compris l'importance capitale de la sélection et tous réunissent leurs efforts dans un esprit de large entente pour arriver à trouver des variétés supérieures. Celles-ci ont été pour la plupart créées par des savants attachés au Département d'Agriculture du Gouvernement fédéral ou aux Collèges d'agriculture des différents États cotonniers. Les fermiers et les sélectionneurs privés découvrent parfois aussi de nouvelles variétés

FIG. 63. — *Gossypium arboreum*, cultivé en Afrique centrale comme plante fétiche (dessin de M. J. Trottet, d' après l'Herbier Aug. Chevalier).

méritantes, mais très souvent ces variétés ne conviennent que pour un territoire restreint. Une sorte nouvelle transportée dans une autre contrée perd généralement une partie de ses caractères — ceux qui ne sont pas héréditaires — et, sorte d'élite dans un pays, elle pourra devenir une sorte en régression dans un autre lieu.

Digitized by Google

D'ailleurs la plupart des variétés cultivées sont loin d'être stables, même dans leur pays d'origine. Si des spécialistes n'interviennent pas constamment pour les suivre en lignées pures, elles finissent par dégénérer et perdent leurs qualités. C'est que tous les Cotonniers sont des hétérozygotes, c'est-à-dire des plantes dont la fécondation est croisée de sorte que les hydridations sont extrêmement fréquentes (1). Nous citerons l'exemple du *Mit Afifi*, coton d'Égypte qui avait remplacé le *Jumel*

Fig. 64. — Hybride de Upland et de Cotonnier égyptien récolté au Soudan français (dessin de M. J. Trottet, d'après l'Herbier Aug. Chevalier).

et qui a fini par disparaître à son tour, dégénéré et supplanté par le *Sakellaridis* qui date à peine de 1908 et a conquis presque toute l'Égypte. Le *Pima* et le *Yuma* des cultures irriguées de l'Arizona en sont des formes dérivées. Ces diverses variétés : *Jumel*, *Mit-Afifi*, *Sakellaridis*, *Pima*, etc., sont des descendants d'hydrides résultant sans doute du croisement de *barbadense* et de *punctatum*. Ce sont des formes assez instables, et il faut exercer une surveillance constante sur les plantes porte-graines pour ne pas les voir dégénérer et retourner par exemple au *Hindi*, forme abâtardie de *G. punctatum* que l'on voit parfois dans les champs de Cotonniers d'Égypte.

Tous les faits que nous venons de passer en revue montrent combien la production du coton est sous la dépendance de recherches scientifiques et combien la culture serait aléatoire si la science biologique n'intervenait pas presque constamment pour fournir des directives au cultivateur et l'aider à surmonter les difficultés qu'il rencontre sans cesse (étude des sols et des fumures, étude des besoins en eau, rotation des cultures, acclimatation de nouvelles sortes, obtention de variétés nouvelles, sélection, lutte contre les maladies et les insectes nuisibles).

IV. — Les procédés de culture et leur évolution.

C'est en effet en s'appuyant sur les données de la science que la culture du Cotonnier s'est trans-

Fig. 65. — Cotonnier Upland d'Amérique. Forme essayée au Soudan français en 1899 (dessin de M. J. Trottet, d'après l'Herbier Aug. Chevalier).

formée depuis 75 ans, au moins dans certains pays. D'une culture pauvre, entreprise pour satisfaire seulement des besoins domestiques (1),

(1) Il semble toutefois démontré que les espèces américaines s'hybrident seulement entre elles et ne se croisent pas avec les Cotonniers de l'Ancien Monde.

(1) Dans l'Inde et au Soudan, en culture indigène, le Cotonnier ne produit parfois que 50 kilogs de fibre courte à l'hectare, tandis que dans certains domaines d'Égypte on obtient jusqu'à 800 kilogs de longue soie pour la même surface.

Digitized by Google

on en a fait en Amérique et en Égypte une culture suffisamment riche et même sur certains domaines une culture véritablement industrialisée.

Jusqu'au milieu du XVIII^e siècle le Cotonnier était considéré par tous les peuples comme une culture accessoire et on lui donnait des soins très restreints, analogues à ceux dont cette plante est encore l'objet aujourd'hui dans une partie de l'Inde, dans l'Amérique du Sud et en Afrique tropicale. Les jachères sont sommairement défrichées, le sol est gratté à la houe ou écobué, quelques graines sont mises en terre dans des trous plus ou moins espacés et recouvertes de terre avec le talon; en général pas de fumures; le Primitif sarcle s'il en a le temps. Les graines ne sont pas toujours récoltées en temps opportun; on ne fait aucune sélection.

La seule amélioration survenue dans l'Ancien Monde a été la substitution opérée dès le XVI^e et le XVII^e siècle des Cotonniers américains (*barbadense, brasiliense, hirsutum, religiosum* et leurs hybrides et variétés) aux vieux Cotonniers asiatiques dérivant de l'*herbaceum*, de l'*indicum* et de l'*arboreum*. Ces derniers ne sont plus cultivés en grand que dans l'Inde; l'*indicum* et ses dérivés ont également persisté en Chine, au Tonkin, et l'*herbaceum* sur les bords de la Méditerranée; partout ailleurs, même au cœur de l'Afrique et dans les îles les plus éloignées du Pacifique, on cultivait déjà des Cotonniers d'origine américaine lors des premières explorations botaniques remontant à plus de deux siècles. Ces Cotonniers américains, devenus pantropiques, semblent originaires de l'Amérique centrale et leurs graines furent sans doute disséminées par les Espagnols et les Portugais.

Les premières cultures de Cotonnier dans l'Amérique du Nord remonteraient à 1621, mais les exportations en 1784 ne s'élevaient encore qu'à 71 balles d'environ 400 kilos; en 1801 la récolte américaine fut de 210.000 balles. En 1913-1914 la production atteignait 3.791.000 tonnes et la surface cultivée en coton couvrait 15 millions d'hectares. Depuis, la production et la surface cultivée ont sérieusement diminué. Aujourd'hui aux États-Unis, à quelques exceptions près, on cultive le Cotonnier sans irrigation, mais cette culture est au moins aussi soignée que celle des céréales. Les terres sont labourées, fumées, hersées, puis roulées. Les graines sont semées en planches ou sur billons, à la main, ou plus souvent à l'aide de machines; l'éclaircissage se fait en 2 ou 3 fois; on opère 6 à 8 binages successifs. Les plantes sont généralement traitées avec des insecticides ou des bouillies anticryptogamiques. Une main-d'œuvre abondante est nécessaire au moment de la cueillette qui se fait en trois fois. Un homme ne récolte pas plus de 45 kilos par jour; aussi on doit limiter la surface cultivée en coton au nombre d'ouvriers dont on dispose au moment de la récolte qui dure de 2 à 3 mois, suivant les variétés. L'égrenage est fait dans des ginneries, souvent indépendantes de la plantation. Jamais on ne cultive deux fois de suite le Cotonnier sur le même terrain. On pratique le plus souvent l'assolement triennal. La première année, à la suite de fortes fumures, on cultive une céréale : maïs, avoine ou blé, la deuxième année une légumineuse, habituellement le dolique de Chine; enfin le Cotonnier fortement fumé. Il occupe le terrain 6 à 10 mois. C'est tout à fait exceptionnellement qu'on le conserve 2 ou 3 ans. Le produit des cultures autres que celle du coton est parfois aussi important pour le cultivateur américain que celui fourni par la vente du textile. Les graines de coton employées pour la fabrication d'huiles industrielles et alimentaires constituent aussi une part importante du revenu de la plantation.

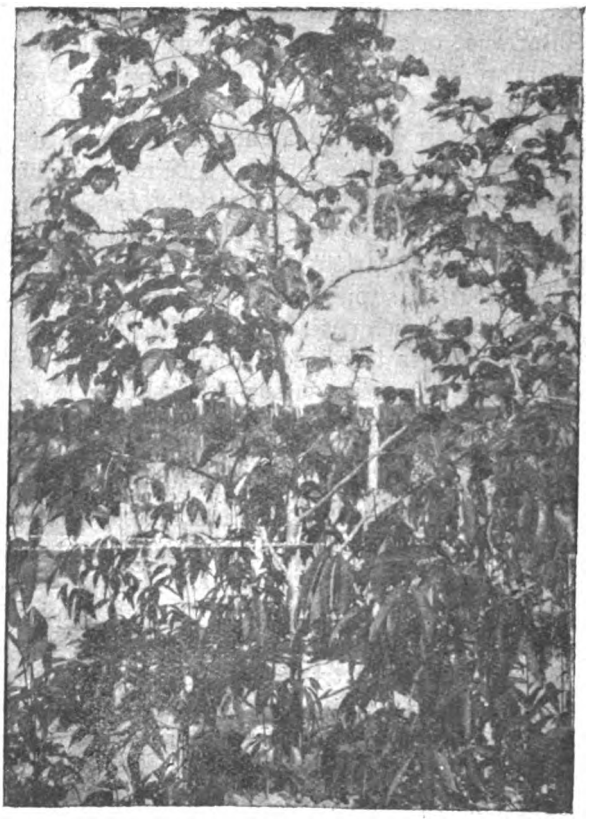


Fig. 66. — Cotonnier arborescent (*Gossypium vitifolium*) avec de jeunes Hévéas (arbres à caoutchouc) au premier plan.

Un cultivateur américain qui exploiterait exclusivement le Cotonnier et ne tirerait pas parti des graines de coton, des céréales et des produits de l'élevage serait vite acculé à la ruine.

Digitized by Google

La culture du Cotonnier en Égypte est beaucoup plus ancienne qu'aux États-Unis. On ne sait à quelle époque les espèces américaines s'y sont substituées aux espèces asiatiques ; en 1820 la méditerranée orientale, Égypte comprise, n'exportait encore que 2.360 balles de coton ; toutefois 5 ans plus tard l'exportation atteignait 113.000 balles. A partir de 1830, Mehemet Ali donna une impulsion considérable à cette culture pratiquée exclusivement sur terrains irrigués. Les cotons longue soie ont fait leur apparition en Égypte vers 1830 avec la variété *Jumel*, remplacée en 1883 par le *Mit-Afifi*, supplanté lui-même par le *Sakellaridis* depuis quelques années.

En Égypte les terres sont fumées et aussi soigneusement préparées qu'aux États-Unis ; le Cotonnier est toujours semé sur billons ; à partir des semailles jusqu'à la récolte, on lui donne de 10 à 12 arrosages pour une période de 8 mois de végétation. En 1922-23, on estime la surface plantée en coton en Égypte à 756.000 hectares, avec un rendement moyen de 383 kilos à l'Ha. Depuis 20 ans le rendement à l'Ha. a diminué de 26 %. On attribue cette diminution aux ravages sans cesse croissants causés par les insectes parasites et aussi, en certaines provinces, à l'épuisement du sol. Malgré tout, l'Égypte a exporté encore l'an dernier 294.450 tonnes de coton, soit 7 % de la production mondiale.

L'Inde anglaise vient au second rang pour la production du coton avec 941.515 tonnes en 1922-23, représentant 22 % de la production mondiale. Dans beaucoup d'endroits cette culture est encore primitive et on n'ensemence que de vieilles variétés non améliorées. Ailleurs la culture est irriguée et faite suivant les méthodes modernes avec des variétés américaines et notamment la variété Cambodgienne du *G. hirsutum*. Aussi la production moyenne à l'Ha. varie de 50 kilos à 300 kilos ; elle serait en moyenne de 110 kilos, montrant depuis 20 ans une amélioration de 29 %.

Pour être complet il nous faudrait parler aussi de la culture en Chine et dans l'Amérique du Sud où de très grands progrès ont été réalisés surtout dans les dernières années.

Enfin dans certaines colonies anglaises : au Soudan égyptien, au Nyassaland, dans l'Ouganda et dans la Nigéria, la culture du Cotonnier, encouragée par le Gouvernement anglais métropolitain et les associations cotonnières, est en train de prendre une remarquable extension, et l'agriculture indigène s'est beaucoup améliorée.

Néanmoins, si on fait le décompte du coton exporté par les divers pays, on constate que la production mondiale a diminué depuis 10 ans. Elle est passée de 6.213.166 tonnes en 1913-14 à 4.260.872 tonnes en 1922-23, la réduction se faisant surtout sentir aux États-Unis où l'Europe achète la plus grande partie du Coton qu'elle consomme. La régression est la conséquence de la production à perte ; le prix de revient n'est pas compensé par le prix de vente, bien que celui-ci se soit très accru. Les causes du déficit sont les suivantes : 1° le prix de revient de la main-d'œuvre dont les salaires se sont élevés considérablement, 2° les prix de transports trop élevés. Enfin et surtout les récoltes déficitaires causées par les maladies et l'insuffisance des fumures, peut-être aussi l'épuisement de certaines terres. On estime généralement que les ravages des insectes entrent pour 15 % dans la diminution des récoltes (1). Les deux seuls remèdes contre le principal insecte, le *boll weevil* consistant en engrais et en arséniate de chaux, sont trop onéreux pour pouvoir être utilisés actuellement par la majorité des cultivateurs déjà appauvris par de mauvaises récoltes et par une main-d'œuvre raréfiée. Il semble aussi que la sélection a été négligée dans les dernières années. Le nombre des variétés cultivées s'étant multiplié d'une manière désordonnée, n'en permet plus le contrôle efficace par les spécialistes.

Il y a donc une véritable régression de la culture du Cotonnier dans les pays où elle avait atteint le plus haut perfectionnement.

Cette régression est particulièrement inquiétante pour les pays comme l'Angleterre et la France qui ne produisent encore dans leurs colonies qu'une quantité faible du fibre exportable. La plupart des producteurs de coton, et les États-Unis en tête, tendent en effet à réduire leurs exportations de matières premières ; ils veulent manufacturer le coton brut chez eux, pour exporter des tissus à la place.

On voit combien le danger est grand pour l'industrie de la vieille Europe si elle ne trouve pas d'ici quelques années de nouvelles sources de coton dans tous les pays chauds où la culture du précieux textile peut être entreprise.

Auguste CHEVALIER,
Chef de la Mission permanente d'Études des Cultures et jardins d'essais coloniaux, Directeur honoraire de l'Institut scientifique de Saïgon.

(A suivre.)

(1) D'après une note récente (*Actes de la 7e Assemblée générale de l'Institut de Rome*, 1924, p. 563) pour la période 1909-1918, la perte moyenne annuelle dans la récolte du coton aux États-Unis (en % du rendement normal) due aux maladies et intempéries est de 35 %, dont 12 % dus à la sécheresse, 10 % aux insectes, 2 % aux maladies, etc.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1924). — *Arithmétique.* S'appuyant sur l'identité d'Hermite, M. *Mordouhay-Boltovskoy* montre que si le nombre ξ est algébrique, e et $\log \xi$ ne peuvent être liés algébriquement; en particulier π et e ne peuvent être liés par aucune relation algébrique.

Théorie des fonctions. 1. Soit $f_1(x)$, ..., $f_n(x)$, ... une suite de fonctions de la classe I (au sens de M. Baire), et convergeant, pour $a \leqslant x \leqslant b$, vers une fonction $f(x)$. M. *A. Kovanko* fait connaître une condition nécessaire et suffisante pour que $f(x)$ soit aussi de la classe I.

2. Soit $f(x) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \ldots$ une fonction entière d'ordre non nul; antérieurement M. Maillet a comparé les zéros de $f(x)$ à ceux de la suite de polynomes $P_n(x) = c_0 + \ldots + c_n x^n$. M. *Fritz Carlson* reprend le même problème et donne des énoncés plus étendus, faisant intervenir une portion non infiniment petite des zéros de $P_n(x)$. Les résultats les plus précis concernent les fonctions d'ordre infini.

3. M. *S. Stoilow* complète les théorèmes qu'il a formulés récemment sur l'ensemble où une fonction continue prend une valeur constante.

Analyse. 1. Cherchant, pour l'équation de Laplace, dans l'espace à quatre dimensions, des solutions de forme déterminée, restant finies sur des hypercônes, M. *Pierre Humbert* montre que ces solutions sont fournies par des polynomes d'Hermite à indices imaginaires; et il compare le cas de l'hyperespace à celui de l'espace ordinaire.

2. Soient $f \equiv a_0 + a_1 z + \ldots$, $g \equiv b_0 + b_1 z + \ldots$, $h \equiv c_0 + c_1 z + \ldots$, trois fonctions holomorphes pour $|z| < R$ et telles que les équations $f = g$, $g = h$, $h = f$ n'aient pas de racines dans le cercle $|z| < R$; M. *Paul Montel* fait connaître une limite supérieure de R ne dépendant que des premiers coefficients de f, g, h; il montre ensuite que si a_0, b_0, c_0 étant fixes les g et les h forment des familles normales, les f forment aussi des familles normales.

3. M. *R.-H. Germay* continue à appliquer la méthode des approximations successives à l'intégration des équations aux dérivées partielles.

Géométrie différentielle. M. Weyl a donné deux définitions du déplacement parallèle, au double point de vue affine et métrique; M. René Thiry les compare, et il présente à ce sujet diverses remarques qui le ramènent à ce théorème de Ricci : le tenseur fondamental est stationnaire en tout point de l'espace.

Géométrie infinitésimale. M. *Bertrand Gambier* poursuit ses études sur les polygones de Poncelet généralisés, inscrits dans une conique et circonscrits à une courbe de classe n; et il propose diverses généralisation de la question.

Mécanique. Envisageant le problème de la stabilité d'une plaque d'épaisseur constante, limitée par deux arcs de cercle concentriques et deux rayons, appuyée sur ses bords radiaux, et soumise à une compression uniforme, M. *B. Galerkin* recherche les pressions critiques à partir desquelles la plaque cesse d'être plane; il montre qu'elles sont données par la solution d'équations de Bessel.

Théorie des Marées. La détermination de l'oscillation contrainte isochrone complexe correspond à une période donnée se ramène à la résolution d'une certaine équation intégro-différentielle; après G. Bertrand, M. *Maurice Gevrey* envisage des conditions aux limites correspondant au cas de falaises verticales; et il traite ce problème par une méthode qui lui est entièrement personnelle. La méthode utilise des propriétés de points-images; elle ramène le problème à la solution d'une équation intégrale et permet d'établir un théorème d'unicité; elle s'applique aussi au cas d'un bassin débouchant dans un océan où la marée est connue.

Calcul des probabilités. 1. Quand on fait plusieurs mesures d'une même grandeur, on choisit généralement la moyenne arithmétique comme la valeur la plus probable; mais on a proposé aussi l'adoption de la valeur médiane ou de la demi-somme des extrêmes. M. *J. Haag* discute ces différents procédés et montre que la méthode usuelle est la plus sûre des trois.

2. M. *Antoine Lomnicki* envisage un mobile qui pendant chaque unité de temps décrit (dans un sens quelconque) un chemin parallèle à un axe de coordonnées; et il recherche la probabilité pour que le mobile se trouve au temps n en Q, les coordonnées de Q étant des entiers connus. La solution dépend d'une généralisation intéressante du triangle arithmétique de Pascal.

René GARNIER.

Chimie

Léon Maquenne (1853-1925) (1). — Avec Léon Maquenne disparaît un des chimistes les plus accomplis de ce temps. D'une large érudition, esprit fin et pénétrant, observateur d'une rare sagacité, expérimentateur d'une adresse consommée, opiniâtre dans la poursuite de l'inconnu, son œuvre, profonde et s'étendant sur les principales branches de la Science, porte le sceau d'une incontestable originalité.

Par ses travaux sur les sucres il se révéla de bonne heure comme un maître. On était à l'époque où la nature de la plupart de ces principes immédiats était encore obscure. Maquenne découvrit la constitution cyclique de l'inosite, qu'il rattacha aussitôt à l'héxaméthylène des pétroles du Caucase et au benzène. Un sucre à molécule hexagonale, c'était une nouveauté absolue. Nouveauté aussi, et au même degré, un sucre à 7 atomes de carbone, la perséite, alcool heptatomique à filiation normale avec les sucres à 6 atomes de carbone. Plus bas dans l'échelle des mêmes matières, Maquenne réalisa la synthèse de l'érythrite gauche par la méthode de dégradation. Peu après, son brillant élève Gabriel Bertrand ayant obtenu l'érythrite droite par la mise en œuvre des curieuses facultés de la bactérie du sorbose, les deux habiles chercheurs préparèrent, en combinant les inverses optiques, l'érythrite racémique de Griner. Une étude

(1) Discours prononcé aux obsèques, le 23 janvier 1925.

Digitized by Google

semblable, exécutée par Tanret, aboutit de même à la synthèse de l'inosite racémique.

De ces remarquables travaux, qui assurèrent à Maquenne la plus solide renommée, peuvent être rapprochés ceux qu'il a exécutés sur les matières amylacées. Avec Eugène Roux, il démontra, dans une longue série de recherches infiniment délicates, que l'amidon est un mélange d'amylose et d'amylopectine, et il nous fit connaître le mécanisme de sa dégradation.

En chimie biologique, il étudia, en partie avec la collaboration de Demoussy, le rôle de quelques « infiniment petits chimiques », de traces de cuivre, de fer, de calcium, dans la végétation. Ayant d'abord établi la présence du cuivre dans toutes les plantes, il montra la nocivité de cet élément et l'action antagoniste du calcium. Il créa, à cette occasion, des méthodes de dosage d'une haute sensibilité.

Au cours de ces dernières années, il avait été attiré par le phénomène physico-chimique le plus important de toute la Biologie, l'assimilation du carbone du gaz carbonique de l'atmosphère par les plantes vertes sous l'influence de la lumière solaire. Ses expériences l'amenèrent à proposer une théorie qui ouvre une voie nouvelle vers la solution du problème toujours mystérieux de la fonction chlorophyllienne.

Dans le même ordre d'idées, il a repris, avec Demoussy, des études commencées avec Dehérain sur les échanges respiratoires des plantes. D'importants résultats physiologiques ont été ainsi obtenus.

Fort éloigné de ce genre de recherches, à l'autre extrémité de la Chimie, se rangent les travaux de Maquenne sur le carbure de baryum, qui lui permirent de donner, pour la première fois, une véritable préparation de l'acétylène, dont le carbure de calcium de Moissan devait faire peu après un gaz industriel, et aussi ses travaux sur les azotures alcalino-terreux, qui eurent comme résultat pratique immédiat l'extraction facile de l'argon de l'atmosphère au moyen du mélange chaux-magnésium, lequel fixe l'azote beaucoup plus aisément que le magnésium seul jusqu'alors utilisé depuis la découverte de Rayleigh et Ramsay.

Rappellerai-je encore, parmi tant d'autres sujets abordés par Maquenne, la découverte de la présence de l'alcool méthylique dans les plantes, ses travaux sur l'hypoazotide, l'éthylène, les corps furfurolyques, les glyoxalines, les glucamines, etc... ? Je ne saurais songer ici à en donner même un simple aperçu.

Au surplus, la Société chimique de France ne manquera pas de publier une Notice détaillée sur la carrière et l'œuvre de Maquenne. Elle remplira ainsi un pieux devoir de reconnaissance et d'affection envers un ancien Président de la Société éminemment sympathique et dévoué, envers l'un de ses membres qui l'ont le plus illustrée et le mieux servie.

Si tous les travaux de Maquenne furent exécutés dans ce célèbre Muséum d'Histoire Naturelle, d'un attrait si prenant, où l'on peut dire qu'il a passé sa vie, presque tous ont été publiés dans notre Bulletin. Récemment encore, il exposait devant nous sa théorie de la fonction chlorophyllienne, dans une magistrale conférence, où chacun put admirer, une fois de plus, son talent oratoire bien connu et toutes les qualités qui font les grands professeurs. Sa parole était précise, claire, élégante, chaude, abondante, telle que nous l'avions toujours entendue. Maquenne, qui se sentait gravement atteint, avait tenu, non sans quelque mélancolie et avec une souriante résignation, à donner ce suprême effort. Et nous, ses collègues et ses amis, qui le voyions décliner de jour en jour, comme le voyaient aussi, et avec quelle perpétuelle angoisse, sa noble compagne et son fils, nous étions émus jusqu'aux larmes devant tant de force morale et d'énergie. Le dernier acte de sa foi ardente et toujours jeune, son chant du cygne, aura été la belle lettre qu'il écrivit au Président de la Société chimique à l'occasion du cinquantenaire de la Stéréochimie, que nous commémorions il y a quelques semaines à peine. Ah ! quelle page d'histoire, quel enthousiasme scientifique ! Et aussi, quel cœur de Français ! Messieurs, elle restera cette lettre. Nous la conserverons précieusement, comme une des sources les plus vivifiantes parmi celles où nos fils, si un scepticisme mortel les menaçait, trouveraient l'aliment sauveur de la flamme sacrée.

Charles Moureu,
Membre de l'Institut,
Président de la Société Chimique de France.

Histologie

Étude de la caryocinèse, chez les Insectes. — Les causes profondes de la caryocinèse restent toujours assez obscures, malgré l'effort réalisé par les embryologistes. M. Paillot a pu étudier, dans des conditions particulièrement favorables, la caryocinèse chez les Insectes. Au cours des recherches sur les réactions d'immunité chez les chenilles de Macrolépidoptères, il a remarqué qu'à la suite d'une inoculation de microbes peu pathogènes la proportion de cellules sanguines en voie de caryocinèse est beaucoup plus élevée que dans les conditions habituelles : normalement, c'est 3 à 4 pour 1.000 ; chez les chenilles inoculées, c'est 30 à 40 pour 1.000. Pas toutes les cellules du sang d'ailleurs accusent cette recrudescence d'activité. De deux catégories principales de cellules, les unes à petit noyau (micronucléocytes) et les autres à noyau plus volumineux et comparables aux mononucléaires du sang des Vertébrés, seuls ces derniers se multiplient anormalement. Or, ce sont précisément là des cellules sanguines non phagocytantes, et il ne paraît point que cette réaction à l'inoculation de microbes soit une réaction d'immunité au sens strict du mot. M. Paillot est plutôt tenté de rapprocher le phénomène qu'il a observé du déclanchement expérimental d'ondes de cinèse observé par Dustin dans certains organes des Vertébrés à la suite d'injection de protéines étrangères. En effet, en inoculant dans la cavité générale de chenilles des substances protéiques diverses, sérum normal, albumine d'œuf, on détermine une réaction de « caryocinétose » identique à celle que provoquent les microbes. Sans doute, le déclanchement du processus caryocinétique est-il dû à une modification physico-chimique du milieu dans lequel sont plongées les cellules, peut-être à une modification du P_H, et de toutes façons à une rupture de l'équilibre entre la substance cellulaire et le milieu (*Bull. d'Histologie appl.*, t. I, 1924).

Le sang des Insectes se coagule très rapidement. Mais, en injectant à une chenille une goutte d'une solution d'acide nucléique, d'après le procédé de Doyon pour le sang des Vertébrés, on rend le sang incoagulable, et l'on peut étudier les cellules sanguines *in-vitro*. M. Paillot a pu ainsi suivre pas à pas, chez la chenille d'*Agrotis*, les diverses phases de la caryocinèse. Elles se succèdent rapidement : à la température de laboratoire, environ 16°, il s'écoule à peine une vingtaine de minutes entre le moment où apparaît la plaque équatoriale et celui où la cellule est scindée en deux, alors que, dans les globules

Digitized by Google

rouges du sang de Triton, Jolly a compté plus d'une heure entre la métaphase et la télophase.

A. Drz.

Histoire des Sciences

Le Centenaire de la publication du livre de Carnot (1). — Je regrette profondément de quitter les États-Unis quelques jours avant la célébration du centenaire de la publication du livre de Carnot. Je ne connais aucun événement qui mérite davantage d'être commémoré. Généralement la naissance ou la mort d'un savant ne constituent pas des dates importantes dans l'histoire de l'humanité. Il n'en est pas ainsi de la publication d'une découverte de premier ordre qui marque une nouvelle étape dans la civilisation et ouvre une ère nouvelle.

Plusieurs découvertes fondamentales furent faites dans le courant du XIXe siècle. Mais celle de Carnot donna à la science un tel essor qu'elle peut être considérée comme un événement unique dans l'histoire des Sciences. Certaines découvertes résultent logiquement des travaux antérieurs. Dans ces cas, le génie du savant anticipe seulement de quelques années sur le cours inévitable des idées. D'autres sont dues à un heureux hasard, à la suite de la mise en présence de certains éléments qui jusqu'alors n'avaient été étudiés que séparément. La découverte de Carnot n'appartient ni à l'une ni à l'autre de ces catégories : elle ne doit rien au hasard. Quand elle fut publiée, elle était vraiment inattendue et si difficile à comprendre qu'elle faillit être perdue. En fait, c'est ce qui serait arrivé si elle n'avait bénéficié de la pieuse amitié de Clapeyron et de l'action prespicace de Lord Kelvin.

Il appartenait à un groupement d'ingénieurs comme le vôtre de commémorer cet événement. C'est en effet à un ingénieur que nous devons le principe de Carnot, une des lois fondamentales de la Science. Si nous parlons souvent du concours qu'apporte le savant à l'ingénieur, on a plus rarement l'occasion de mentionner la contribution des ingénieurs aux progrès de la Science. Par exemple, le développement de l'industrie électrique est la suite naturelle d'efforts désintéressés dans le champ de la science pure, et si nous cherchons des précurseurs à Gramme et à Edison, les noms de Coulomb, Volta, Ampère, Faraday viennent tout naturellement à l'esprit. Ces hommes n'avaient aucune préoccupation pratique ; l'électricité est une science qui a donné naissance à une industrie. La thermodynamique, au contraire, est un don de l'Industrie à la Science.

Carnot était un ingénieur d'esprit contemplatif. Il notait et prévoyait de loin les changements apportés par la machine à vapeur dans la vie de l'homme, et il étudiait la façon dont elle pouvait être améliorée. Papin, Newcomen, Watt, Fulton et autres, dont il a suivi les traces, étaient aussi des ingénieurs.

En terminant ce message, qu'il me soit permis d'exprimer à la « Engineering Foundation » l'émotion que je ressens devant l'hommage rendu à la mémoire de Carnot. Les savants français auxquels je me ferai un devoir de faire connaître cette manifestation seront profondément touchés de la signification de cette coopération franco-américaine.

Ch. Fabry,
Professeur à la Sorbonne.

(1) Traduction du message de M. Charles Fabry, qui a été lu à la cérémonie du centenaire du principe de Carnot, organisée, le 4 décembre 1924, à New-York, par « l'Engineering Foundation ». (Voir la *Revue Scientifique*, 10 janvier 1925, p. 26.)

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Nouvaux essais dans la culture du blé. — Les ensemencements d'automne terminés ou très avancés, le blé va préoccuper les agriculteurs pendant une longue période de temps : lorsque nous les rencontrerons, nous serons frappés d'entendre leurs conversations rouler sur l'influence du temps sur les blés, humidité, sécheresse, froid, neige, sur les méfaits des parasites, insectes, oiseaux, champignons, mauvaises herbes, sur les engrais qu'ils comptent mettre au printemps « en couverture », et puis toujours ils termineront : Ah ! *il* n'est pas encore battu, tant qu'*il* n'est pas dans les greniers... sans rien ajouter, laissant place pour de nombreuses incertitudes et même pour des appréhensions souvent justifiées. La vie du blé, c'est une tragédie agraire qui se déroule chaque année depuis les origines du monde et elle a marqué tous les peuples d'une empreinte si forte que des religions l'ont adoptée (chez les Berbères par exemple) pour base de leur liturgie symbolique. Faisons comme elles, mais au lieu de la tradition c'est le progrès, c'est le nouveau qui sera notre guide, depuis le grain de semence jusqu'au grain de récolte.

Ce grain de blé, d'une variété sélectionnée, qui a été trié avec soin, n'a pas été mis en terre sans précaution. Pour préserver la plante future des parasites redoutables, tels que le champignon qui donne la carie, des moisissures diverses, on l'a imprégné d'une solution de sulfate de cuivre. Ce procédé a fait ses preuves, mais on peut songer à le remplacer dans certains cas. On a préconisé l'emploi de diverses variétés de goudrons : l'une d'elles, comme commercialement sous le nom de corbeaufugine, semble intéressante ; dans un essai de traitement du blé depuis trois années, ce goudronnage de la semence a donné toute satisfaction pour préserver des moisissures, de la carie et aussi des dégâts faits sur les semis par les corbeaux et les volailles. Des solutions de formol sont aussi employées. Mais au lieu d'un produit liquide, on peut adopter une substance pulvérulente. M. Pouzin (*Journal d'Agriculture pratique*, 4 oct.) a expérimenté en France les poudres de carbonate de cuivre ou d'oxychlorure cuivreux déjà employées aux États-Unis et en Italie. Dans le seul état de Washington, plus de 600.000 hectares de blé traité par la poudre de carbonate de cuivre ont été ensemencés au printemps de 1923. La méthode a donné satisfaction, elle mérite d'être relatée ici. Elle consiste à mélanger le blé avec l'une de ces poudres à la dose de 200 grammes pour 80 à 100 k. de blé, la dose peut être élevée à 300 et même à 400 grammes si la semence est particulièrement infectée. D'après M. Pouzin, le prix du traitement par le carbonate de cuivre est assez élevé, environ 3 fr. par 100 k. de blé et il pourrait être un obstacle à sa diffusion en France. Mais les avantages sont importants : aucune perte de pouvoir

Digitized by Google

germinatif; possibilité de traiter d'avance toute la quantité à semer; faculté de semer aussitôt le traitement effectué dans n'importe quel semoir et avec une grande régularité de débit. Pour la pratique du traitement, M. Pouzin pense qu'il serait commode de faire le mélange du blé à la poudre par barattage dans une baratte à tonneau tournant sur un axe diamétral.

L'époque des semis a une influence très grande sur les rendements.

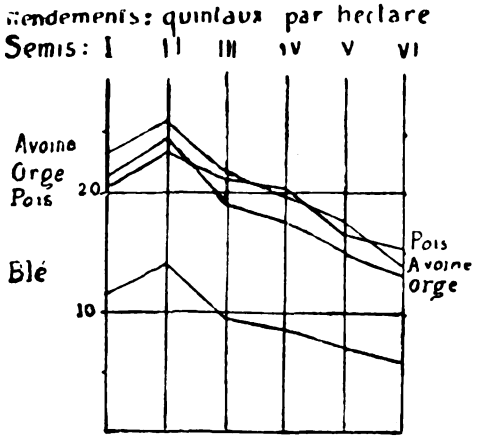


FIG. 69. — Augmentation des rendements par la précocité des semis.

D'une façon générale, chez les agriculteurs praticiens, il n'y a pas de doute à ce sujet : il faut semer de bonne heure pour avoir des rendements élevés. En Amérique, des expériences ont été faites par E.-S. Hopkins sur les céréales de printemps et sur les pois (Central experiment farm Ottawa. *Bulletin de Rome*, 1924-1). Bien qu'on doive tenir compte des conditions de sol, de climat dans cette expérience, et se garder de généraliser sans adaptation à chaque cas particulier, il est

Cliché Oddoux, Grenoble.

FIG. 70. — Cultures des céréales en montagne. En vue du Mont Aiguille (2087m). Isère.

utile de constater, sur le graphique ci-joint, que les semis effectués de bonne heure ont donné les plus grands rendements. Le premier semis effectué dès que le terrain a pu être préparé, très tôt au printemps, et les autres aux intervalles réguliers d'une semaine.

La profondeur des semis a une importance capitale pour l'avenir de la plante. Les semis trop profonds nuisent beaucoup au développement de la jeune plante, surtout dans certaines régions montagneuses. Une expérience décisive vient d'être faite en Savoie par A. Cadoret (*Journal d'Agriculture pratique*, 6 sept. 1924). Dans les montagnes où d'énergiques agriculteurs maintiennent la vie nationale en des situations souvent très difficiles, on remarque des cultures de blé jusqu'à 2040 m. — exceptionnellement il est vrai. — Ces blés en montagne sont encore semés directement sur le labour, avant hersage. Il en résulte qu'enfouis trop profond, ils ne lèvent qu'après un long cheminement de la jeune plante dans une terre humide et froide le plus souvent : des plantes meurent, d'autres restent chétives, les rendements très faibles en sont la conséquence. Aussi, M. Cadoret a-t-il préconisé en montagne le semis après un premier hersage. Dès le premier essai, les résultats furent concluants.

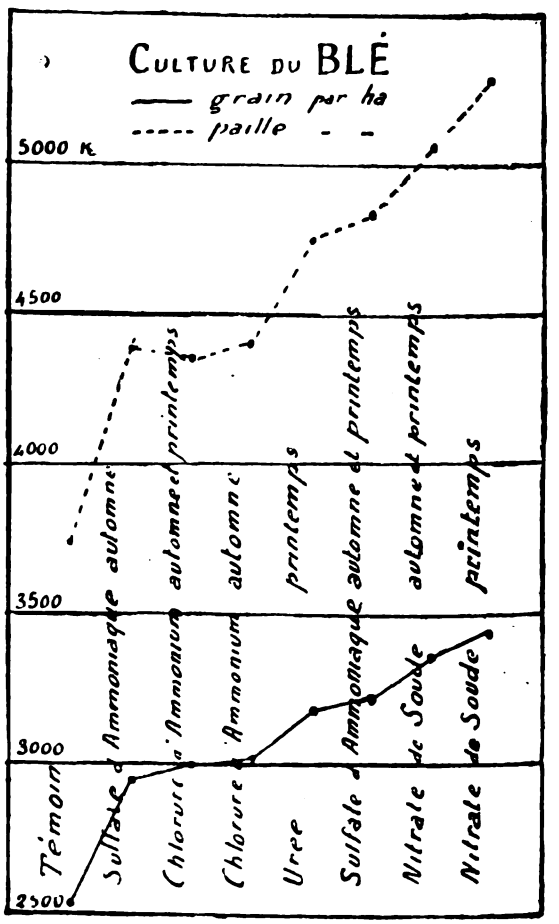


FIG. 71. — Essais d'engrais azotés sur le Blé.

La destruction des mauvaises herbes dans les champs de blé pendant l'hiver est importante pour accroître les rendements. Elle peut être faite, avec efficacité, par des pulvérisations d'acide sulfurique en solution dans l'eau. M. Rabaté, inspecteur général de l'agriculture, ne cesse de préconiser cette méthode qui se répand de plus en plus. Il a donné de nombreux détails sur la préparation

Digitized by Google

des solutions d'acide (*Journal d'Agriculture pratique*, 31 mai 1924) et il conseille de faire des essais préliminaires avec des doses de 7, 10, 12, 14 % (en volume) d'acide sulfurique dans la solution. On ne doit traiter toute sa récolte que lorsque la dose efficace mais inoffensive pour le blé a bien été fixée par sa propre expérience personnelle dans chaque cas.

Soigner le semis, le défendre contre les mauvaises herbes, cela ne dispense pas d'apporter ensuite à la plante un complément de nourriture au printemps, sous forme d'engrais azotés.

La question des engrais azotés pour le blé a été étudiée par MM. Brétignière et Cartier à Grignon, à la demande de l'Institut des Recherches Agronomiques.

Ces expérimentateurs ont comparé l'action du sulfate d'ammonium, du chlorure d'ammonium, du nitrate de soude, de l'urée. Une lacune regrettable doit être soulignée : le nitrate de chaux ne figure pas dans ces essais. Nous donnons en un graphique les résultats publiés par les auteurs dans le *Journal d'Agriculture pratique* (18 oct. 1924).

Le nitrate de soude épandu au printemps est l'engrais qui a donné les meilleurs résultats, ensuite vient l'urée appliquée au printemps, puis le sulfate d'ammoniaque appliqué partie en automne partie au printemps qui a mieux réussi que celui employé tout au printemps. Le chlorure d'ammonium s'est classé dernier et dans l'application faite toute au printemps, il semble qu'il ait produit un léger ralentissement de la végétation.

Dans leur conclusion, les auteurs disent qu'après une culture de betteraves fourragères traitée convenablement, les engrais azotés appliqués sur le blé laissent un bénéfice appréciable. Ce résultat ne laisse donc aucun doute sur l'utilité des engrais azotés pour le blé. Il faut souhaiter que leur emploi se répande vite hors des zones de grande culture intensive.

Le champ de blé débarrassé de ses mauvaises herbes et fortifié par les engrais azotés du printemps ne recevra plus souvent la visite des travailleurs avant la récolte, il n'y a rien de nouveau à signaler parmi les soins qui peuvent encore être apportés : quelques sarclages spéciaux, l'écimage si la verse est à craindre, etc.

La moisson faite, il s'agira de la conserver en bon état et si le temps est pluvieux, le problème devient préoccupant pour le fermier. Les gerbes mises en meules achèveront plus ou moins bien leur dessiccation avant le battage. Des moisissures pourront les endommager et occasionner des pertes considérables. Aussi doit-on prévoir l'emploi d'un séchage artificiel et faut-il suivre avec soin tous les essais tentés dans ce but. Le Ministère de l'Agriculture britannique a étudié le séchage des récoltes en meules par des courants d'air produits au moyen de ventilateurs. La meule de gerbes en expérience était édifiée sur une petite charpente centrale formant conduit répartiteur de l'air insufflé par le ventilateur. Ces essais ont porté sur les fourrages et sur les céréales, mais c'est seulement sur les gerbes de céréales que l'effet a été tout à fait satisfaisant : des récoltes détrempées par les pluies ont pu être sauvées par ce procédé. Pour les fourrages qui ont tendance à se tasser et à former des magmas plus impénétrables à l'air, les résultats ne sont pas encore concluants. (*The implement and Machinery review*. London, 1923. *Bulletin de Rome* I-1924).

Toutes ces améliorations réalisées ou à l'étude dans la culture des céréales peuvent faire entrevoir une augmentation des rendements et des productions de ces matériaux de première utilité pour l'homme, et ne sont-elles pas des motifs de confiance en l'avenir à signaler à nos agriculteurs pour atténuer ce sentiment de pessimisme — à vrai dire le plus souvent une prudence peut-être exagérée — que les professeurs d'agriculture leur reprochent tant ?

Laurent RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Académie est autorisée à accepter le legs de Mme Driot, née Guilhot, dont les arrérages devront être consacrés aux laboratoires scientifiques.

— M. Lindet est nommé membre de la Commission des Inventions en remplacement de M. Maurice Leblanc.

— Dans la séance du 26 janvier, M. Eugène Fichot, directeur du service hydrographique de la Marine, a été élu par 46 voix, sur 58 votants, membre de la section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. Bertin, décédé.

M. Fichot est né le 18 janvier 1867 à Toulon-sur-Arroux (Saône-et-Loire). Ancien élève de l'École polytechnique (promotion de 1884), il en sortit dans le service hydrographique de la Marine et contribua, pendant une carrière déjà longue, aux relevés hydrographiques des côtes de France, de Madagascar et de l'Indo-Chine. Les problèmes de haute géodésie et des marées ont exercé son activité scientifique. En 1907, il fit l'étude approfondie des corrections qu'il est nécessaire de faire subir aux résultats bruts des opérations géodésiques avant de les introduire dans les calculs se rapportant à l'ellipsoïde de référence. Cet important travail reçut, en 1912, de l'Académie des Sciences, le prix biennal Binoux. Dans un second mémoire sur le même sujet, publié en 1921, il a pu, en particulier, rectifier et compléter, sur un point essentiel, la solution donnée par Helmert du problème de l'enveloppe des diverses trajectoires géodésiques, au voisinage immédiat du point antipode.

Sur la théorie des marées, M. Fichot a publié plusieurs mémoires originaux ; en particulier, il a montré que la grave objection formulée par Lord Rayleigh contre la possibilité des marées statiques de la 2e série n'était pas fondée ; ses conclusions sur l'existence de trajectoires fermées ont inspiré, en Angleterre, un remarquable travail du professeur Proudman.

Ces études, il les a poursuivies depuis avec succès, et des simplifications ont été apportées à l'interprétation théorique des faits relatifs à la conception des astres fictifs de Laplace. Dans un ouvrage paru en 1923, *Les marées et leur utilisation industrielle*, M. Fichot a résumé les résultats de ses recherches personnelles et donné un exposé complet des multiples procédés tendant à mettre, au service de l'industrie, l'énergie inépuisable, mais si variable, des marées. A la suite de cet exposé très résumé de l'œuvre scientifique de M. Fichot et des services rendus par lui à la Défense nationale, on ne peut qu'applaudir à la décision prise par l'Académie.

Académie de Médecine. — L'Académie vient de perdre un de ses associés nationaux, M. Léo Testut, professeur d'anatomie à la Faculté de Lyon, décédé à l'âge de 76 ans.

— Dans la séance du 27 janvier, M. Mauclaire, chirurgien des hôpitaux de Paris depuis 1897, a été élu en remplacement du professeur Rochard, décédé. Le nouvel élu s'est attaché principalement aux opérations sur les affections osseuses et sur les greffes.

Digitized by Google

— L'Académie, à la suite du rapport de M. le Dr Rigaud, a émis le vœu que les Facultés de Médecine décernent des diplômes relatifs à la bactériologie, à l'histologie et à l'anatomie pathologiques ; ces diplômes seraient exigés des médecins qui dirigent des laboratoires privés d'analyses biologiques.

Bureau des longitudes. — Le Bureau pour 1925 est ainsi constitué : MM. Lallemand, président ; Appell, vice-président ; Fichot, secrétaire. (Décret du 16 janvier.)

— M. Fichot est nommé membre de l'Office des pêches, en qualité de directeur du service hydrographique de la Marine.

L'éclipse de soleil du 24 janvier. — Cette éclipse n'a pu être observée ni à Paris ni à Londres. Aux États-Unis, où l'éclipse était totale, les observations ont été faites, un peu partout. On a pu, en particulier, au moyen du dirigeable « Los Angeles » observer à une altitude de 1.000 mètres. Des photographies ont été prises en avion à des altitudes, atteignant 16.000 pieds,

Institut de paléontologie humaine. — Les conférences du samedi à 17 heures, 1, rue Panhard (bd St-Marcel), ont lieu dans l'ordre suivant :

7 février, M. Breuil, professeur : « L'aurore de la pierre taillée. »

14 février, M. A. Viré, docteur ès-sciences : « Origine et formation des grottes utilisées par l'homme paléolithique. »

21 février, M. Passenard, docteur ès-sciences : « L'art quaternaire dans la province basque. »

28 février, M. P. Teilhard de Chardin, professeur à l'Institut catholique de Paris : « Découverte de paléolithique en Chine. »

7 mars, M. Verneau, professeur au Muséum : « Une population primitive actuelle, les pygmées. »

14 mars, M. le Dr Rivet, assistant au Muséum : « Les origines de l'homme américain. »

Les cartes nominatives sont envoyées gratuitement sur demande adressée au directeur, M. le professeur Boule (du Muséum). R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — La répartition des 50.891 étudiants des Universités s'établissent ainsi au 31 juillet 1924.:

	Français		Étrangers	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Paris	15.544	3.315	2.632	634
Aix-Marseille	1.373	297	64	1
Alger	1.228	234	25	2
Besançon	206	97	40	4
Bordeaux	2.160	399	169	24
Caen	707	162	66	42
Dijon	561	103	63	13
Grenoble	1.145	220	424	326
Lille	1.703	330	29	8
Lyon	2.474	366	402	46
Montpellier	1.426	347	256	52
Nancy	1.485	249	237	31
Poitiers	1.003	210	50	7
Rennes	1.663	423	64	14
Strasbourg	1.926	474	354	59
Toulouse	1.853	338	227	38
	36.740	7.730	5.108	1.313
	44.470		6.421	

Par rapport à 1913, la proportion des étudiantes a doublé (19,7 p. 100 au lieu de 10).

Université de Paris. — *Société des Amis de l'Université.* — Les conférences du jeudi (21 h.) à l'amphithéâtre Richelieu ont lieu dans l'ordre suivant :

— Le 22 janvier, M. De la Roncière, conservateur à la Bibliothèque nationale : « La découverte de la carte de Christophe Colomb. (Projections.) »

— Le 29 janvier, M. le Dr Cabanès, rédacteur en chef de la Chronique médicale : « Comment on se rendrait au Sabbat ; légende ou réalité? (Projections.) »

— Le 5 février, M. Eisenmann, professeur à la Faculté des Lettres : « Chez les Russes des Karpathes. (Projections.) »

— Le 12 février, M. N. Iorga, professeur à l'Université de Bucarest : « Un voyage dans les pays de la petite entente. (Projections.) »

— Le 19 février, M. R. Cassin, professeur à la Faculté de Droit : « Les anciens combattants français et la Société des Nations. »

— Le 26 février : « Conférence hors série au Grand Amphithéâtre. Présentation de photographies en couleurs faisant partie des « Archives de la Planète » obtenues par M. Albert Kahn, par M. Jean Brunhes, professeur au Collège de France, qui traitera en outre des cadres géographiques français de la Préhistoire. »

— Le 5 mars, M. D. Berthelot, de l'Institut, professeur à la Faculté de Pharmacie : « Le problème des carburants nationaux. »

— Le 12 mars, M. Lecène, professeur à la Faculté de Médecine : « La chirurgie française au XVIIIe siècle. »

— Le 26 mars, M. A. Le Breton, professeur à la Faculté des Lettres : « Les carnets de route de nos soldats. »

— Le 2 avril, M. Sylvain Lévi, professeur au Collège de France : « Les Universités d'Extrême-Orient (Projections). »

Faculté des Sciences. — Les cours publics du second semestre, à partir du 2 mars, auront lieu avec les programmes et les horaires suivants :

— Géométrie supérieure : M. Cartan. « Méthode générale du repère mobile et de ses applications aux propriétés infinitésimales des courbes »; mardis et vendredis, 14 h. 1 /2.

— Analyse et Algèbre supérieure : M. E. Picard. « Courbes et surfaces algébriques et transcendantes qui s'y rattachent » ; mercredis et samedis, 10 h. 1 /2.

— Calcul différentiel et intégral : M. Goursat. « Equations différentielles et équations aux dérivées partielles ». — Conférences du certificat : M. Julia ; vendredis, 15 h. 1 /2, samedis, 10 h. 1 /2.

— Analyse appliquée à la géométrie : M. Drach. « Théorie des transformations de contact en vue de ses applications à la géométrie. »

— Mécanique analytique et Mécanique céleste : M. Cartan. « Petites oscillations d'une masse fluide en équilibre de rotation » ; mardis et vendredis, 14 h. 1 /2.

— Mécanique rationnelle : M. Montel. « Dynamique des systèmes et Mécanique analytique » ; mardis et samedis à 9 h.

— Mathématiques générales : M. Denjoy ; mardis et jeudis, 17 h. 1 /2. — M. Thybaut : Mécanique ; mercredis 17 h. 1 /2.

— Astronomie : M. Andoyer. « Théorie approfondie du mouvement Képlerien et méthode de détermination des orbites » ; lundis, mercredis, 9 heures.

— Mécanique physique et expérimentale : M. Kœnigs. « Moteurs thermiques et moteurs hydrauliques » ; mardis, jeudis, 15 h. 1 /2.

— Mécaniques des fluides : M. Painlevé : « Mouvement d'un solide dans un fluide. »

— Physique : M. Fabry : Thermodynamique ; mardis et vendredis, 10 h. 3 /4. — M. Leduc : « Du courant électrique

Digitized by Google

et de l'électromagnétisme » ; mercredis, 14 heures. — Interrogations et problèmes ; vendredis, 14 heures. —M. Guillet : Compléments ; lundis, jeudis, 14 h.

— Physique théorique et Physique céleste : M. Sagnac. « Projection de la lumière des étoiles doubles » ; lundis 15 h. 3 /4. — Réalité de l'éther mécanique et Théorie d'Einstein ; vendredis, 15 h. 1 /2.

— Electrotechnique : M. P. Janet. « Courant alternatif et applications » ; mardis, jeudis, 9 h. 3 /4, à l'Institut Pasteur (Cours réservé aux immatriculés).

— Optique appliquée : M. Fabry. Photométrie. — M. Dunoyer : Instruments ; lundis, jeudis, 9 h. 1 /2. — Cours de l'Institut d'optique, 140, bd Montparnasse.

— Physique du globe : M. Maurain, dirigera des visites et des exercices pratiques. — M. Dongier. Phénomènes optiques et mouvements de l'atmosphère ; lundis, 10 h. 1 /2. — Climatologie ; samedis, 10 h. 1 /2.

— Physique générale et radioactivité : M. Debierne. Propriétés des électrolytes. Rayons X ; jeudis, 14 heures.

— Aviation : M. Marchis ; mardis, jeudis, 17 h. 1 /2. — M. Toussaint : « Méthodes de mesure en aérodynamique » ; samedis, 17 h. 1 /2.

— Chimie minérale : M. Guichard ; mercredis, vendredis, 10 h. 1 /2. — M. Auger : Analyse ; lundis, jeudis, 9 heures.

— Chimie organique : Mme Ramart-Lucas. Série acyclique ; mardis, samedis, 9 h. 1 /2.

— Chimie physique (fondée par l'Université) : M. J. Perrin dirigeant des Conférences sur les travaux en cours au laboratoire ; lundis, 16 h. — M. Mouton : « Sur les substances à l'état colloïdal (Sols et gels) au point de vue biologique » ; lundis, 17 h.

— Chimie biologique : M. G. Bertrand. « Composition de la matière vivante, phénomènes synthétiques biologiques ; mardis, vendredis, 14 h. — M. Javillier : « Fonctions chimiques des organismes » ; lundis, 14 h., samedis, 17 h. (Inst. Pasteur).

— Chimie appliquée : M. Chabrié. Industrie de la soude — Sucrerie — Savons et graisses ; mardis, samedis, 11 h.

— Minéralogie : M. Mauguin. Espèces minérales ; mercredis samedis, 8 h. 3 /4. — M. Wallerant. Propriétés optiques, polymorphisme et isomorphisme ; lundis, jeudis, 10 h.

— Anatomie et Histologie comparées : M. Wintrebert, Vertébrés. « Appareil vasculaire et ses annexes fœtales » ; mardis, jeudis, vendredis à 14 h. Visites des collections ; vendredis, à 9 h. — M. Herouard : « Echinodermes et Procordés » ; mardis, jeudis, 14 h. 1 /2. — Biologie expérimentale : M. Rabaud ; mardis, mercredis, 9 h. 1 /2. Principaux phénomènes vitaux.

— Physiologie générale : M. Lapicque dirigera des Conférences sur les Recherches en Cours au laboratoire ; mercredis, 14 h. — M. Laugier : Conférences du certificat, samedis, 15 h.

— Physiologie comparée : M. Portier : « Etude du métabolisme et du milieu intérieur dans les séries animales » ; mardis, vendredis, 17 h.

— Physiologie végétale : M. Molliard. Action de milieu sur les végétaux ; lundis, jeudis, 10 h. 1 /2. — M. Combes : Dialypétales ; lundis, 17 h. ; vendredis, 10 h. 1 /2.

— Evolution des êtres organisés : M. Picard. Embryologie ; lundis, 17 h. ; mardis, 16 h.

— Géologie : M. Michel-Lévy. Conférences de pétrographie ; lundis, mardis, 11 h. — M. Joleaud : Paléontologie et stratigraphie ; mercredis, jeudis, 11 h.

— Géographie physique : M. Gentil. Vendredis, 14 h. 1 /2. — M. Dongier : Climatologie générale et climatologie de la France et de l'Afrique du Nord ; samedis, 10 h. 1 /2.

— Des cours non publics sont faits à l'Ecole Normale par les professeurs : Vessiot, Drach, Cartan, Mohtel et Denjoy (Mathématiques) ; Abraham et Bloch (Physique) ; Péchard, Lespieau (Chimie) ; Bertrand (Géologie) ; Blaringhem (Botanique) ; Robert Lévy (Zoologie).

La Faculté délivre 27 certificats d'études supérieures correspondant aux divers enseignements.

— M. Cyrille Popoff, professeur à la Faculté des Sciences de Sofia, a commencé le 16 janvier son cours libre sur la Balistique extérieure, en présence de M. Appell, recteur, et du ministre de Bulgarie. Les leçons ont lieu les mardis et vendredis, à 9 h. 1 /2. Amph. Le Verrier.

— MM. les professeurs Gabriel Bertrand et Marchis sont nommés membres du conseil de l'Office scientifique et technique des pêches.

— M. le professeur Guichard organise des conférences sur les travaux de recherches de chimie en cours d'exécution au laboratoire en vue du doctorat.

— M. le professeur Haller vient de publier les conférences faites à son laboratoire en 1923 par MM. Orekoff, Pascal, Swartz, Courtot, Dupont, Locquin sous le titre du tome III des Actualités de la Chimie (Doin).

Soutenances des thèses. — Pour le Doctorat es-sciences physiques, le 22 janvier, M. Chevallier. Aimantation des laves de l'Etna et l'orientation du champ terrestre en Sicile du XIIe au XVIIIe siècle. Le 30 janvier : M. Giré, « Sur la décomposition thermique de quelques chlorosels de la mine de platine. »

Pour le Doctorat d'Université, le 23 janvier : M. Parker « Recherches sur la forme post-embryonnaire des chalcidiens. »

Faculté de médecine. — Le Conseil a présenté, en première ligne, pour la chaire de clinique ophtalmologique, M. Félix Terrien, par 26 voix contre 15 à M. Roux.

— Tous les vendredis à 21 heures, des conférences publiques sont organisées par la Société des Amis de la Faculté. La série a été inaugurée le 16 janvier par le professeur Vaquer : « Epidaure et les temples d'Esculape ».

Ecole des Hautes Etudes. — Des manipulations de technique physiologique seront organisées au laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine toutes les après-midis ; du 9 au 28 mars, sous la direction de M. Gautrelet, assisté de MM. Cardot et Chailley-Bert.

Muséum national d'histoire naturelle. — M. le professeur Louis Mangin restera directeur pendant une nouvelle période de cinq ans.

Collège de France. — Comme les années précédentes, M. le professeur Moureu a organisé une série de Conférences sur un certain nombre de questions à l'ordre du jour, qui sont exposées par des savants spécialisés. Le 24 janvier : M. Chaudron, sous-directeur du laboratoire de Chimie minérale du Collège, a mis au point la question « des équilibres des systèmes gazeux ». Le 14 février, M. Kohn-Abrest : « Les progrès de la Chimie toxicologique ».

Ces conférences ont lieu le samedi à 17 h.

— M. Mayer, professeur de Physiologie, a été promu officier de la Légion d'honneur.

École polytechnique. — M. Lecornu, membre de l'Institut, Professeur de Mécanique, vient d'être promu commandeur de la Légion d'honneur.

Institut des recherches agronomiques. — Un concours sur titres pour la nomination de deux météorologistes agricoles qui seront affectés aux stations de physique de Versailles et de Rennes aura lieu à Paris, 43, rue de Bourgogne, le 9 mars prochain.

Institut national d'agronomie coloniale. — M. Leuillot, ingénieur agronome, est nommé professeur en remplacement de M. Falletti, nommé professeur honoraire.

Université de Strasbourg. — Nous comparons la statistique de l'Université française de 1924 à celle de l'Université allemande de 1913 :

Digitized by Google

	1913	1924	
Médecine	616	598	
Droit.....	430	752	
Sciences,.....	321	465	
Philosophie	450	672	(lettres)
Théologie catholique.	171		
Théologie protestante.....	101		
		113	Pharmacie.
	2.093	2.813	

Sur les 2.093 étudiants de Strasbourg en 1913, on comptait 1.147 Alsaciens ou Lorrains, et 58 étudiantes. Parmi les 2.813 étudiants de 1924, il y a 413 étrangers, avec 533 étudiantes. On voit que l'Université française qui a une Faculté de plus, celle de pharmacie et deux Facultés (théologies) de moins compte 720 étudiants de plus, soit une augmentation de plus de 34 %: en particulier la Faculté des Sciences a dû agrandir ses laboratoires pour un effectif presque doublé.

Université de Lyon. — La chaire de chirurgie opératoire est déclarée vaccante (17 janvier).

Université d'Aix-Marseille. — La chaire de zoologie est déclarée vacante.

Université de Montpellier. — Une maîtrise de conférences de Mathématiques (fondation de l'Université) est vacante (23 janvier).

Université de Toulouse. Un décret transforme l'Institut agricole de la Faculté des Sciences en un Institut d'Université.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 12 janvier 1925

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Invariants de Gauss, Beltrami et Minding.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Kolmogoroff* (prés. par M. Émile Borel). — **La définition axiomatique de l'intégrale.** — *M. Lavrentieff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les sous-classes de la classification de M. Baire.** — *V. Weniaminoff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la dérivée-limite d'une fonction analytique.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Maurice Roy* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur l'adhérence d'un liquide parfait à un solide qu'il baigne et le théorème de Lagrange.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Georges Patart* (prés. par M. Vieille). — **Sur l'influence du refroidissement d'un fluide gazeux préalablement à sa compression.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *H. Eyraud* (prés. par M. Émile Borel). **Sur le caractère riemannien projectif du champ gravifique électromagnétique.**

HYDRAULIQUE. — *C. Camichel, L. Escande* et *M. Ricaud.* — **Sur les barrages déversoirs.**

Cette étude, effectuée à la demande de M. Godard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en vue de déterminer les effets des crues sur un barrage de 25 mètres de hauteur qui va être construit sur le Tarn, se rapporte à la forme de la surface libre du liquide, à la répartition des pressions à la surface du barrage et aux affouillements.

ASTRONOMIE COSMOGONIQUE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur le mouvement d'un tourbillon dans un milieu résistant : application aux tourbillons planétaires.**

Un corps tournant dans un milieu résistant engendre par sa rotation une composante de pression latérale qui le dévie de sa trajectoire (Magnus). M. Belot applique cette remarque à la Cosmogonie tourbillonnaire et explique les apparentes anomalies des distances des planètes rétrogrades par l'action des courants nébuleux sur les tubes-tourbillons, d'où sont issues les planètes.

OCÉANOGRAPHIE. — *Rafael de Buen* (prés. par M. Joubin). — **Influence de la température superficielle sur les changements thermiques profonds dans la Méditerranée occidentale.**

Les variations de température à la surface se transmettent dans les profondeurs avec un certain retard ; en particulier, le maximum qui se produit à la surface en juillet-août atteint les profondeurs de plus de 500 mètres seulement en février.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Perot* (prés. par M. Henri Deslandres). — **Enregistreur photographique et oscillographe.**

La pellicule photographique, placée à la périphérie d'un volant d'acier de un mètre de tour, est entraînée à une vitesse de 150 mètres par seconde. L'oscillographe sans inertie est réalisé par la rotation que subit une vibration lumineuse polarisée rectilignement, en traversant un tube rempli de sulfure de carbone, soumis à l'action du courant qui traverse une bobine enroulée sur le tube. Un compensateur, composé de deux biseaux de quartz droit et gauche, accolés et ayant leurs faces de sortie parallèles entre elles et perpendiculaires à l'axe du cristal, est disposé à la suite du sulfure de carbone. A travers le nicol analyseur on observe ainsi une frange dont les déplacements sous l'action des variations du courant sont inscrits sur le film qui se déroule.

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch* (prés. par M. Brillouin). — **Le spectre d'étincelle du tungstène dans la région de Schumann.**

Les auteurs donnent la liste des raies relatives au tungstène entre 1.826 et 1.453 unités ångströms.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Charles Chéneveau* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la formation de milieux optiquement troubles par pénétration d'un liquide transparent dans une résine transparente.**

Cette pénétration du liquide est mise en évidence par l'expérience ; en particulier, dans un petit fragment de copal tendre, chauffé dans de l'eau colorée bouillante, on observe une infinité de petites bulles colorées sur fond blanc. Les faits observés s'expliquent ainsi aisément.

RADIOACTIVITÉ. — *Jean Thibaud* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Recherche des spectres gamma caractéristiques par diffraction cristalline.**

On peut obtenir les différentes fréquences monochromatiques d'un rayonnement γ complexe en convertissant ces radiations en spectres β, par effet photoélectrique et en mesurant les énergies des émissions électroniques ainsi obtenues. La diffraction cristalline permet en outre de mesurer les longueurs d'onde ; l'expérience montre que, déjà, on peut opérer ainsi avec des rayons pénétrants dont le quantum atteint 236 kilowolts ; il est sans doute possible d'aller plus loin.

PHYSICO-CHIMIE. — *Fred Vlès* et *Mlle Madeleine Gex* (prés. par M. Haller). — **Absorption ultraviolette des pétroles.**

On observe cinq zones principales caractéristiques d'absorption, mais on n'a pas déterminé à quels composés elles correspondent ; ce travail est en cours de réalisation.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Royer* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur le pouvoir rotatoire des corps cholestériques.**

La valeur énorme de ce pouvoir rotatoire s'explique par l'existence d'une forte torsion spontanée de la substance

Digitized by Google

et par une biréfringence notable ; elle est caractéristique de la phase cholestérique, qui correspond à une diminution du pouvoir rotatoire, alors que le pouvoir rotatoire moléculaire des cristaux correspond à une augmentation.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **La météorite de Roda.** Cette météorite, tombée à Roda (province de Huesca, Espagne), au printemps de 1871, est dépourvue de cendres et de fer métallique. Son étude conduit à la considérer comme constituant un type distinct d'achondrites, auquel il est naturel de maintenir le nom de *rodite*.

GÉOPHYSIQUE. — *Ch. Gorceix* (prés. par M. M. Brillouin). — **Constatation métrique de la forme ovoïde de la Terre.** La forme du géoïde que l'auteur adopte parce qu'elle convient à l'ensemble de mesures géodésiques est comprise entre les ellipsoïdes de Clarke (1880) et celui de Bessel (1841) ; elle est très voisine de l'ellipsoïde adopté aux États-Unis ; mais il y a une différence : l'hémisphère nord est aplati et celui du sud, très voisin d'une demi-sphère, puisque b_2-a' est égal à 8.062 mètres, est cependant allongé.

R. Dongier.

CHIMIE MINÉRALE. — *H. Pélabon* (prés. par M. A. Haller). **Sur la formation directe des oxychlorures de mercure.** L'oxyde rouge de mercure et le chlorure mercurique au contact de l'eau, même dans des tubes de quartz, s'unissent pour former les trois oxychlorures HgO, 2 $HgCl^2$ blanc, 2 HgO, $HgCl^2$ marron et 4 HgO, $HgCl^2$ noir. Le premier ne se forme pas au-dessus de 30°, mais une fois formé il ne se détruit pas à 100°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *E. Luce* (prés. par M. Béhal). — **Recherches sur les aptitudes migratrices du radical α-naphtyle.** La désamination semi-pinacolique du 2-phényl-2-2 naphtylaminoéthanol se fait avec migration du radical α-naphtyle, celui-ci ayant une aptitude supérieure à celle du phényle. Dans l'action du chlorure de phénylacétyle sur le naphtalène, on obtient deux benzylnaphtylcétones isomères dont l'un résulte de la migration du naphtyle.

A. Rigaut.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Charles Richet, Eudoxie Bachrach* et *Henry Cardot.* — **L'hérédité des caractères acquis constatée par le déplacement de l'optimum thermique.** Une forte dose de chlorure de potassium n'a pas, au bout de quelques jours, d'effet appréciable sur l'activité d'un bacille lactique normal en fonction de la température ; l'optimum thermique reste sur le milieu potassique le même que sur le milieu témoin.

Lorsque l'action du toxique se prolonge, au cours des générations successives, il se produit une lente et graduelle modification des réactions du bacille vis-à-vis de la température.

La température optimum pour les cultures potassiques se fixe, après une culture prolongée en présence du toxique, à 6° au-dessus de la température à laquelle les souches sont cultivées.

Une souche potassique ainsi modifiée, remise sur milieu témoin, y conserve son optimum thermique élevé. De même elle conserve sa résistance accrue vis-à-vis du toxique. Il s'agit donc d'acquisitions héréditaires qui subsistent dans les générations successives, après suppression du facteur causal.

MYCOLOGIE. — *Paul Vuillemin.* — **Classification normale, classement auxiliaire et groupement pratique des Champignons.** L'auteur divise l'ordre des Arthrosporées en deux familles : Mycodermacées, Nocardiacées. La première est divisée en deux tribus, Mycodermées, Aleurismées. La première qui n'a que des arthrospores de même structure que les hyphes ou des chlamydospores banales a pour type le genre *Mycoderma* Desmazières ; la seconde, pourvue d'aleuries, a pour type le genre *Aleurisma* Link. Chaque tribu renferme des genres définis depuis longtemps dont M. Vuillemin donne une clef dichotomique permettant de les distinguer.

— *Vittorio Pettinari* (prés. par M. P. Viala). — **L'action toxique de l'*Amanita phalloïdes* Fr.** Le poison phalloïdien agit non seulement sur les vertébrés homothermes, mais aussi sur les infusoires, les petits crustacés, les larves d'insectes, les écrevisses, les poissons.

Il n'a aucune action sur le cœur isolé des grenouilles et selon toute probabilité n'exerce aucune action toxique sur les lézards, les tritons et les grenouilles.

Son action s'explique par l'introduction para-entérale d'une façon apparemment brusque après une longue période d'incubation.

Il n'est pas possible de démontrer une localisation spécifique ou une action élective du poison.

GÉOLOGIE. — *E. Fournier* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur un mode de *capture* par *érosion souterraine*, spécial à certains *bassins fermés* de la chaîne du Jura.** Dans la haute-chaîne, on peut distinguer deux catégories de bassins fermés d'origine structurale. Les uns occupent le noyau de *Brachysynclinaux* formés par l'Infracrétacé (lacs des Rousses et de Joux, lacs de l'Abbaye de Grandvaux, etc.) ; les autres correspondent au noyau de *Brachyanticlinaux* dans lesquels les affleurements de marnes de l'Oxfordien forment les bords de la cuvette imperméable (le Mémont, les Seignes de Damprichard, de Charquemont, etc.). Ces bassins fermés brachyanticlinaux présentent de très curieux phénomènes de capture dont l'auteur donne dans cette Note une idée générale en citant quelques exemples.

PALÉONTOLOGIE. — *Jean Piveteau* (prés. par M. H. Douvillé). — **Existence d'un Reptile à affinités lacertiliennes dans les formations permiennes de Madagascar.** L'auteur conclut à l'existence, pendant les temps permiens, d'un groupe à affinités lacertiliennes. Ce groupe est composé par les genres *Broomia* et *Tanganasaurus* de l'Afrique du Sud et par une forme de Madagascar pour laquelle il propose le nom de *Broomia madagascariensis*. A ces formes il faut joindre encore *Saurosternon* de l'Afrique du Sud et peut-être *Aphelosaurus* de France, qui présentent dans leurs parties conservées une morphologie semblable.

BOTANIQUE. — *G. Mangenot* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le mode de formation des grains d'amidon dans les laticifères des Euphorbiacées.** La première apparition de ces grains d'amidon a lieu, dans le cytoplasma des laticifères, à l'intérieur de chondriocontes souvent très allongés, orientés suivant le grand axe du tube. En règle générale, ces grains atteignent assez rapidement, dans chaque espèce, leur type caractéristique moyen.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maurice Lenoir* (prés. par M. M. Molliard). — **La télophase de la division I dans le sac embryonnaire du *Fritillaria imperialis* L.** Cette télophase comporte : 1° probablement des chromosomes moniliformes dont l'axe nucléolinien s'individualise en granules expulsés dans le cytoplasme ambiant ; 2° des chromosomes imprégnés de réticuline, réduits à l'état de chaînettes, procédant des premiers, dont les anneaux s'aplatissent peu à peu, jusqu'à former des cordons pleins ; 3° la formation de nucléoles dont l'expulsion dans le cytoplasme de quelques-uns d'entre eux donne lieu à l'existence de *nucléoles plasmatiques*.

ZOOLOGIE. — *Gilbert Rauson* (prés. par M. Joubin). — **Le verdissement des Huîtres.** Des huîtres ayant été placées dans une eau de mer contenant uniquement du pigment de Navicules en solution ont

Digitized by Google

verdi rapidement et étaient après vingt-quatre heures plus vertes que celles ayant passé deux ou trois mois dans les claires.

Le pigment colore toutes les cellules épithéliales de la branchie, en dehors des cellules muqueuses, et non des cellules particulières. Il est concentré dans chaque cellule entre les granules ciliaires, dont il est séparé par une légère zone incolore et le noyau.

PHYSIOLOGIE. — *Harry Plotz* (prés. par M. Roux). — **Quelques observations sur le mécanisme de l'anaphylaxie sérique.**

La spécificité, dans l'anaphylaxie sérique, dépend non seulement de la nature du sérum, mais aussi de son *état physico-chimique*. Deux facteurs, au moins, interviennent ainsi dans la réaction anaphylactique : l'état physico-chimique du sérum employé pour la sensibilisation et l'état physico-chimique du sérum employé pour l'épreuve déchaînante.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon* et *Mlle Renée Déjean* (prés. par M. d'Arsonval). — **Double chronaxie du système optique de l'homme.**

La fermeture et l'ouverture d'un courant continu traversant l'œil provoquent, lorsque l'intensité est suffisante, une sensation lumineuse très brève, un *phosphène* très semblable à celui que produisent une pression ou un choc sur le globe oculaire.

Le sujet peut nettement localiser le phosphène dans son œil et on peut classer les phosphènes en deux catégories suivant qu'ils sont centraux ou périphériques. La chronaxie étant exprimée en 1/1.000 de seconde qu'on désigne par la lettre σ, on peut dire que la chronaxie correspondant aux phosphènes périphériques est comprise entre $1^{\sigma},1$ et $1^{\sigma},9$ et que la chronaxie correspondant aux phosphènes centraux est comprise entre $2^{\sigma},1$ et $2^{\sigma},8$.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Jean Camus* et *J.-J. Gournay* (prés. par M. Charles Richet). — **Recherches sur le diabète insipide et la diurèse.**

La lésion du *tuber cinereum*, indépendamment de toute atteinte de l'hypophyse, détermine expérimentalement une polyurie considérable, parfois un diabète insipide permanent. Étudiant le métabolisme des nucléoprotéides chez les hommes atteints de diabète insipide ou de polyurie, les auteurs arrivent à cette conclusion que le *tuber* contient côte à côte d'une part des centres régulateurs du métabolisme des hydrates de carbone, d'autre part des centres régulateurs du métabolisme des nucléo-protéides.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 19 janvier 1925

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Calichiopulo* (prés. par M. d'Ocagne). — **Loi harmonique de la distribution des erreurs d'observation.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Enea Bortolotti* (prés. par M. Émile Borel). — **Extension du théorème de Beltrami-Enneper aux réseaux conjugués d'une V_2 en V_3.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *D. Mordouhay-Boltovskoy* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les facteurs primaires de la fonction entière.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Dufay* et *A. Couder* (prés. par M. A. Cotton). — **Étude photométrique de l'éclipse totale de Lune du 14 août 1924.**

L'éclipse a été observée par ciel pur à Saint-Geniez (Basses-Alpes). La Lune était quatre fois moins éclairée que lors de l'éclipse du 16-17 octobre 1921, observée par M. Danjon.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J.-H. Shaxby* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la diffusion de particules en suspension.**

L'auteur a repris l'expérience de M. L. Brillouin en remplaçant les petites sphères de gomme-gutte par des coques de staphylocoques pyogènes, qui sont des sphères pratiquement parfaites. La vitesse de chute étant appréciable, on observe le nombre des particules qui viennent se coller contre la paroi dans un temps donné, celui-ci dépendant de la profondeur à laquelle on regarde au-dessous de la surface de niveau. On a obtenu, pour le nombre d'Avogadro, le chiffre de 59×10^{22}.

ÉLECTRICITÉ. — *Beaulard de Lenaizan* et *J. Garnier* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur le pouvoir inducteur spécifique de la glace.**

On produit des oscillations entretenues avec des lampes triodes et on recherche les conditions de résonance, dans le champ hertzien d'un bloc de glace, puis dans l'air. On a obtenu ainsi 2,17 pour la valeur du pouvoir inducteur spécifique, nombre qui diffère peu de celui que M. Beaulard avait obtenu en 1907 par un autre procédé.

THERMODYNAMIQUE. — *Marcus Brutzkus* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur un nouveau mode de production des réactions chimiques.**

Le principe chimico-technologique, que l'auteur a énoncé à la suite de son étude sur les moteurs à combustion interne, peut être généralisé et étendu à la technologie chimique.

RADIOACTIVITÉ. — *D.-K. Yovanovitch* et *J. d'Espine* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le spectre magnétique de rayons β de grande vitesse du Th B + C.**

Les auteurs ont observé de nouvelles raies, correspondant à une bande de rayons rapides qui s'étend jusqu'à $H\rho$ égal à 6.800 ; ils obtiennent en outre des résultats en très bon accord avec ceux obtenus par L. Meitner.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Maurice de Broglie* et *Jean Thibaud*. — **Sur l'absorption exceptionnellement intense d'une radiation par l'atome qui vient de l'émettre.**

De cette étude, il résulte, comme Ellis l'avait déjà indiqué, que c'est l'atome émetteur du rayonnement γ (ou son produit de désintégration) qui possède la possibilité la plus grande d'absorber ce rayonnement et de le convertir en photo-électrons.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L. Eblé* et *J. Itié* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val Joyeux (Seine-et-Oise), au 1er janvier 1925.**

	Valeur à l'époque 1925,0	Variation séculaire
Déclinaison	12°2'2	— 11'7
Inclinaison	64°38'1	— 0'5
Composante horizontale	0,19665	+ 0,00010
— verticale.....	0,41480	+ 0,00004
— nord.....	0,19232	+ 0,00023
— ouest	0,04101	— 0,00063
Force totale	0,45905	+ 0,00006

Seule la déclinaison subit une variation séculaire notable ; sa décroissance est du même ordre de grandeur que les années précédentes.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. de Laszlo* (prés. par M. G. Urbain). — **Absorption des rayons ultraviolets par les dérivés méthylés du naphtalène.**

L'introduction de CH^3 dans la molécule produit un déplacement du spectre vers le rouge plus grand pour le dérivé β que pour le dérivé α.

RADIOCHIMIE. — *P. Vaillant* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la loi de variation avec la température de la conductibilité des sels solides et ses relations possibles avec le spectre caractéristique du métal du sel.**

On envisage avec M. Perrin une formation d'électrons. Il y a absorption d'énergie rayonnante ; la loi de variation

Digitized by Google

devra être semblable à celle de l'intensité de la radiation. Des accords sont constatés avec ClNa, ClK, SO^4K^2.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *M^me P. Curie.* — **Dosage du radium dans les minéraux d'urane qui contiennent du tantale, du niobium et du titane.**

Par fusion avec SO^4KH, en présence de SO^4Ba et reprise par l'eau, *Ra* reste avec *Ba* à l'état de sulfate insoluble avec les acides rares. On élimine ceux-ci avec l'acide chlorhydrique. Le sulfate de baryum radifère est converti en carbonate par ébullition avec la solution de CO^3Na^2. Le carbonate traité par ClH servira à doser le radium à la manière ordinaire. Comme il reste quelquefois un peu de *Ra* dans la solution fluorhydrique, on peut l'en extraire par addition de quelques gouttes de SO^3H^2 et de Cl^2Ba. Cette méthode, avec emploi du baryum radifère, présente l'avantage de permettre le contrôle de l'inactivité des résidus inattaqués. Les analyses se font sur 1 à 2 gr. de minerais (euxenite, bétafite etc.).

CHIMIE MINÉRALE. — M^lle *S. Weil* (prés. par M. G. Urbain). — **L'évolution de l'hydrate de sesquioxyde de Ni au sein de l'eau.**

Les coefficients d'aimantation observés à diverses températures ont une allure semblable à celle de l'hydroxyde nickeleux; le changement de valence paraît ne pas avoir d'influence.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Charriou* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'emploi en catalyse d'alumines ayant absorbé divers autres corps.**

Par catalyse, on décompose l'éther et il y a production d'éthylène; on suit la variation de pression au moyen de l'ingénieux manomètre de J. Joannis. Les courbes montrent que l'alumine pure est encore la plus active; seule l'alumine est activée par le Tu^2O^5 qui est lui-même un catalyseur; la chaux CaO détruit au contraire l'effet catalytique. La porosité semble être le facteur principal; alors que l'alumine, desséchée dans le vide à 250°, est très active, la même chauffée au rouge l'est très peu. A. RIGAUT.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Maurice Lugeon.* — **Sur le surcreusement fluvial. Exemple du Rio Negro d'Uruguay.**

Le creusement du lit fluvial est le résultat de phénomènes complexes: par mouvements tourbillonnaires en palier; par filets linéaires sur le bord du lit majeur; par contraction transversale de la veine liquide déterminée par la résistance des rives et donnant lieu à des ombilics *au passage et en aval* du banc dur; par remontée de la veine liquide donnant lieu à des ombilics *en amont* des obstacles; par la chute verticale ou oblique au pied de cascades ou à l'aval de rapides. — *G. Dubar* (transm. par M. Ch. Barrois). — **Sur les formations du Lias et du Jurassique supérieur dans les Asturies.**

Dans le bassin des Asturies, le long de la côte près de Gijon et de Rivadesella, le Jurassique supérieur se présente avec les caractères d'une formation de rivage, en transgression sur le Lias qu'elle recouvre directement.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Production de nouveaux hybrides entre les espèces sauvages de *Triticum* (*monococcum* L., *dicoccoides* Körn.) et les principaux blés cultivés. Analyse de leurs affinités.**

L'auteur expose les résultats de 1.500 fécondations illégitimes dont 455 ont donné des grains. *Triticum monococcum* L. n'a pu être combiné à aucun *Tr. vulgare*; il est surtout sensible aux pollens du groupe *durum*, et les grains fournis par ses croisements sont très petits.

Par contre, *Triticum dicoccoides* Körn, quoique plus grêle et à épis moins fournis, présente des affinités marquées avec tous les Blés cultivés, surtout avec l'hybride nouveau *monodurum*; il donne par son croisement avec ceux-ci de beaux grains bien formés dont le poids moyen dépasse dans presque tous les cas le poids moyen des grains du type sauvage cultivé parallèlement.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'instabilité de formes et la permanence des mitochondries.**

Les mitochondries se déplacent plus ou moins lentement sous l'influence des courants cytoplasmiques. Lorsqu'elles sont granuleuses, leur forme est assez stable; au contraire, à l'état de chondriocontes, elles modifient constamment leurs formes. Ces déformations purement transitoires sont dues, en grande partie, à l'action des courants cytoplasmiques sur ces éléments qui paraissent à l'état semi-fluide. Par contre l'allure générale du chondriome d'une même cellule ne se modifie pas au cours de l'observation et les mitochondries conservent leur individualité.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Delauney* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur les glucosides de plusieurs espèces d'Orchidées indigènes.**

L'auteur signale la présence du loroglossoside (loroglossive, dans quatre Orchidées: *Goodyera repens* R. Br., *Limodorum abortivum* Sw., *Spiranthes autumnalis* Rich., *Orchis ustulata* L. Le produit de dédoublement de ce glucoside, le loroglossigénol, corps cristallisé, facilement soluble dans l'éther, donnant une coloration rouge framboise par l'acide sulfurique concentré et froid, a été isolé.

PHYSIOLOGIE. — *Emile F.-Terroine* et *Jean Roche* (prés. par M. Henneguy). — **Production calorique et respiration des tissus *in vitro* chez les Homéothermes.**

Pour un même organisme, les différents tissus présentent des activités respiratoires variées, l'activité la plus intense étant toujours celle du cerveau.

Un même tissu présente toujours la même intensité respiratoire quel que soit l'homéotherme dont il provient. Ainsi, lorsque la production calorique passe de 4 calories par kg-heure, chez une espèce, à 40 chez une autre, la respiration *in vitro* du muscle, du foie, du cerveau, du rein, ne change pas.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A.-F. Roffo* (prés. par M. Jean Perrin). — **Action des rayons Rôntgen sur la cholestérine.**

Les recherches de l'auteur sont relatives à l'action des rayons de Rôntgen sur des solutions chloroformiques de cholestérine. Ces solutions à 0,02 %, étaient soumises à l'action des rayons sans filtre, durant une heure. Après ce temps d'épreuve, la réaction de Grigaut ne donnait plus que des traces de cholestérine impossibles à doser. L'action directe des rayons sur la cholestérine cristallisée (durée d'exposition de 6 heures) s'est en revanche montrée sans effet.

PROTISTOLOGIE. — *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **L'éthologie et la structure des *Spirophrya*. Leur parenté avec les *Fœttingeria*. L'origine et l'évolution du parasitisme de ces Infusoires.**

Les auteurs ont pu, cette année, réaliser expérimentalement la réinfestation des *Idya furcata* par les petits Ciliés issus du kyste palintomique. Chacun d'eux reproduit sur le Copépode un kyste phorétique. Ainsi se trouve fermé le cycle évolutif de la *Spirophrya subparasitica*.

La *Fœttingeria actiniarum* (Clap.) est étroitement apparentée à la *Spirophrya*, mais alors que la *Spirophrya* ne s'établit jamais à demeure dans les Cœlentérés, la *Fœttingeria*, qui se rencontre et demeure dans les Actinies en l'absence de toute proie, est un endoparasite vrai.

MM. Chatton et Lwoff pensent que ces deux Ciliés tirent leur origine d'une même souche libre, d'un Holotriche prédateur ou bactériophage. P. GUÉRIN.

Digitized by Google

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Champ de gravitation d'une sphère matérielle et signification physique de la forme de Schwarzschild, par M. Jean BECQUEREL, professeur au Muséum national d'histoire naturelle. In-8° de 32 pages. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr.

Cette petite brochure ne contient pas l'exposé d'une théorie nouvelle : c'est simplement la rédaction, complétée sur certains points, d'une leçon faite par l'auteur sur le champ de gravitation d'un centre matériel (formule de Schwarzschild), question fondamentale souvent mal comprise et qui a soulevé certaines controverses. Cette mise au point pourra être lue sans difficulté par toute personne quelque peu initiée à la théorie d'Einstein.

A. Bc.

Traité général de stéréoscopie, par E. COLLARDEAU, professeur honoraire au Lycée Rollin. In-8° (*Bibliothèque générale de photographie*) de 228 pages avec 125 fig. et 5 planches en couleur hors texte. J. de Francia, éditeur, 118, rue d'Assas, Paris.

La stéréoscopie est l'étude des dispositifs permettant de donner l'illusion du relief des objets, dans l'examen des images photographiques et des dessins. On sait qu'on y parvient habituellement en prenant deux images des objets de deux points de vue dont la distance est égale à l'écartement des centres optiques des deux yeux, et examinant les deux images simultanément, de manière que chacune d'elles soit perçue par l'œil qui lui correspond. M. Collardeau nous donne des phénomènes de perception du relief une étude fort complète et fort instructive. On sent qu'il a longuement réfléchi sur ces questions et les remarques qu'elles lui ont suggérées intéresseront tous les esprits curieux.

On ignore, en général, tout ce que la science et les applications peuvent tirer de la stéréoscopie : l'astronomie lui doit des découvertes d'une importance capitale; la topographie y fait un appel continu; elle pourra fournir à la météorologie une méthode d'investigation précieuse et rendra des services dans l'enseignement; les projections cinématographiques en relief ont attiré l'attention du public. Sur tous ces problèmes, M. Collardeau donne des explications très claires et très complètes.

Voici la conclusion de la préface qu'a écrite l'éminent recteur de l'Académie de Paris, M. Appell : « Ce livre nous révèle une foule de choses que nous ignorions. Il mérite aussi bien l'attention des savants que celle des spécialistes ou des simples amateurs. Je lui souhaite des lecteurs nombreux qui, après l'avoir lu attentivement, diront qu'ils viennent d'apprendre quelque chose de nouveau et qu'ils sont, eux aussi, convaincus que la science stéréoscopique a désormais sa place marquée dans le domaine scientifique, déjà si riche, des connaissances humaines.

« Ce n'est pas seulement par le sujet traité que ce livre se recommande, c'est aussi par la forme sous laquelle sont présentées les photographies, cartes et illustrations diverses auxquelles l'éditeur a donné tous ses soins. »

Nous souscrivons très volontiers à cette élogieuse appréciation.

A. Bc.

L'ultra-violet, par Th. LYMAN, professeur assistant de Physique à l'Université Harvard. Traduit de l'anglais par Mme M.-G.-J. Rivière, agrégée des sciences physiques. In-12 (*Nouvelle Collection scientifique*) de 228 pages. Félix Alcan, éditeur, 108, Boulevard Saint-Germain. Paris. — Prix : 10 francs.

M. Lyman est un physicien des plus distingués, qui a apporté une importante contribution à notre connaissance du domaine ultra-violet extrême. Aussi était-il particulièrement qualifié pour écrire l'ouvrage que nous signalons à nos lecteurs et dont Mme Rivière nous donne une excellente traduction. Cet ouvrage est divisé en deux parties. La première, qui est la plus courte, étudie la portion du spectre comprise entre 4.000 A et 2.000 A; la seconde envisage des radiations plus courtes que 2.000 A qui constituent ce qu'on appelle la région de Schumann.

La monographie de M. Lyman pourra intéresser les physiciens qui y trouveront rassemblées les données expérimentales nécessaires à l'étude des rayons ultra-violets et liront avec profit l'exposé des tâtonnements qui ont précédé les progrès de nos connaissances en ce domaine. Il nous semble toutefois qu'un tel livre s'adapte mal au caractère de la *Nouvelle collection scientifique* et je doute que le public non spécialisé puisse prendre un intérêt véritable à sa lecture. Aussi sera-t-il heureux de trouver, dans la brillante préface où M. Ch. Fabry retrace l'évolution de nos connaissances sur les radiations en général, un exposé synthétique qui pourra lui servir de guide à travers la multitude des faits dont le groupement constitue l'ouvrage proprement dit.

A. Bc.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

C. Pierre. — Faune de France. 8, Diptères : Tipulidæ. In-8 de 158 pages avec 600 figures. Lechevallier, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Herm. Haeder. — Les moteurs à gaz et les gazogènes. 1re partie. In-8 de 205 pages avec figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Catalogue de photographies documentaires. 4e édition. In-16 de 248 pages. Boyer, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Paul de Rousiers. — Les grandes industries modernes. T. II. La Métallurgie. In-18 de 283 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Dartigues. — La greffe de revitalisation humaine, sa portée, ses résultats, son avenir. In-8 de 340 pages avec 140 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Letulle et Pruvost. — Diagnostics de laboratoire. I, Méthodes usuelles appliquées au diagnostic des malades. In-8 avec 168 figures et 12 planches en couleurs. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Canada, ressources naturelles et commerce. In-18° de 245 pages avec figures et cartes. Publié par le service de Renseignements sur les Ressources naturelles. F. C. C. Lynch, Surintendant, Ottawa.

Johannes Félix. — Leitfossilien aus dem Pflanzen und Tierreich in systematischer Anordnung. In-8 de 228 pages avec 566 figures, 2e édition. Wilhelm Engelmann, éditeur, Berlin. — Prix : 9 marks or.

Le Gérant : A. DUNOD.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XVe)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 4 — 63e ANNÉE — 28 FÉVRIER 1925

LA SITUATION MATÉRIELLE DES SAVANTS

C'est la misère.

Qu'on ne voie dans cette formule aucune amertume ; qu'on ne soupçonne le savant d'aucun esprit de lucre. Nous précisons seulement par écrit ce que le monde scientifique pense.

Voyons en face les faits : laissons de côté les phrases toutes faites sur le rôle social du savant, sur la beauté de son désintéressement, sur les joies pures de la découverte scientifique.

Oui, le savant joue dans la société un rôle considérable puisque la science c'est le progrès. Oui, la vie du savant est désintéressée ; le bonheur d'être utile à ses semblables et la volupté de la découverte procurent des joies inégalables.

Mais, le savant, en contre-partie des services qu'il rend à la société, a le droit de manger à sa faim, d'avoir des enfants, de tenir son rang dans la société, de s'assurer une vieillesse décente. A l'heure actuelle, son salaire est juste suffisant pour qu'il ne meure pas de faim. Il n'a d'enfants que par propreté morale et voit avec terreur approcher le moment où, à la retraite, il sera forcé de se priver encore un peu plus.

Il ne se singularise pas d'ailleurs des autres intellectuels. La guerre a dissipé la moitié des richesses de la France : et pourtant ni les paysans ni les ouvriers, ni dans l'ensemble le commerce, l'industrie, la banque n'en ont pâti. Le capital rapporte plus, le travail manuel est mieux payé. Cet enrichissement s'est fait aux dépens d'une seule classe : la classe moyenne, et c'est à celle-ci, qu'appartiennent les travailleurs intellectuels.

I

Etudions donc la situation des savants ; nous ne parlerons pas ici de l'étudiant en sciences qui ne gagne rien sauf quand il peut donner des répétitions à trois francs l'heure, dix sous de plus qu'une femme de ménage. Nous éliminons également l'homme riche qui, en dehors de toute situation, travaille dans les laboratoires. Il est exception.

Envisageons seulement la situation du savant officiel. Voici son traitement :

Les préparateurs, agrégés et chefs de travaux gagnent à Paris (Faculté de Médecine) de 11 à 17.000 francs ; les professeurs de 24 à 28.000 francs, avec une indemnité de résidence de 1.400 francs — pour ceux qui ne font pas de clientèle. A la retraite, le traitement diminue de moitié.

Voici maintenant les dépenses de ceux qui sont arrivés au sommet de la hiérarchie, professeurs à la Faculté des Sciences ou à celle de Médecine (et ne faisant pas de clientèle). Nous le supposons père de trois enfants, ce qui est normal, et sans fortune (un métier devant nourrir celui qui l'exerce) : il doit habiter, dans un quartier convenable, un appartement avec salon et cabinet de travail, avoir une domestique et une femme de ménage, sa tenue doit être décente et la nourriture suffisante pour lui et les siens ; ajoutons les livres et

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

cotisations, l'instruction de ses enfants, le chauffage, l'éclairage et le blanchissage, cela fait déjà 32.000 francs au minimum, sans compter les frais médicaux, et les vacances !... et les impôts !

Le fait est éclatant, le professeur à la Faculté des Sciences ou de Médecine, s'il ne fait pas de clientèle, ne peut vivre avec son seul traitement ; il végète. Alors il consent à accepter des occupations autres que les occupations purement universitaires. Très souvent il travaille de façon discrète, oh combien ! pour une société ou un industriel, se cachant alors de ses préparateurs et de ses élèves ; et à quel tarif ? à des tarifs de famine : je connais le cas d'un savant professeur dans une faculté de Paris auquel des industriels ont demandé un travail. Il était à peu près le seul en France capable de le réaliser : cette société le payait 20 francs l'heure ! De pareils exemples sont, je le sais, nombreux. Mais comme le savant se cache quand il travaille pour une application scientifique, ils sont peu connus.

La conséquence de cette misère des savants est simple. Le recrutement scientifique se tarit. Jetons un coup d'œil sur les différentes professions : l'élite des jeunes médecins se dirige presque exclusivement vers la médecine ou la chirurgie pratiques. Doit-on les blâmer ? Non. Ils ont le droit de s'assurer une situation matérielle normale. Doit-on le déplorer ? Certes oui. Sans la physiologie, la pathologie expérimentale et la bactériologie, la médecine n'existerait pas. Dans les Facultés de Médecine, certains agrégés des sciences exactes, dès qu'ils sont nommés, ne font plus que du laboratoire industriel ; ils sont perdus pour la science.

Il est des établissements purement scientifiques qui voient s'effondrer leurs cadres insuffisamment rétribués. Dès qu'ils ont formé des savants, ceux-ci se dépêchent de s'orienter vers les carrières lucratives des applications industrielles.

De même les jeunes chimistes préfèrent l'industrie à la science pure. Question de goût ? Non, nécessité.

Quand un navire va sombrer, les rats l'abandonnent. Quand une carrière est mal rétribuée, les gens la fuient et, n'était le feu sacré qui illumine encore l'âme de quelques jeunes, on ne trouverait pour remplacer la génération des savants qui disparaissent que des manœuvres vaguement intellectuels qui ne peuvent aspirer à un succès moyen dans une autre branche de l'activité humaine.

La disparition du recrutement supérieur des savants, c'est la disparition de la Science. Trente ans, c'est-à-dire une génération, y suffiront. Le mouvement a d'ailleurs déjà commencé.

Or, supprimer la science, c'est supprimer le progrès scientifique, et du même coup, le progrès industriel et médical.

Ces deux points nous paraissent donc prouvés :

1° Le savant est dans la misère ;

2° Le recrutement scientifique, déjà difficile à l'heure actuelle, ne sera plus possible (1).

II

Alors une thérapeutique s'impose. Vouloir demander des avantages particuliers à l'État, c'est une douce illusion budgétaire. Avec beaucoup d'énergie on pourrait peut-être obtenir un supplément dérisoire.

La méthode à suivre nous semble donc être différente et trois procédés pourraient être mis en œuvre.

1° Il conviendrait que tous les savants fissent campagne active pour défendre l'idée de la *propriété scientifique*, comme il y a une propriété littéraire. A l'heure actuelle, rien de tel. Un savant découvre les rayons X, ou la radioactivité ou l'opothérapie. Cent industriels s'enrichissent, lui reste pauvre. Cette iniquité est devenue si normale que les savants ne la remarquent plus.

L'idée de la propriété scientifique qui devrait être internationale est d'ailleurs en ce moment étudiée par les groupements intellectuels dépendant de la Société des Nations.

2° Il faut, en les modifiant, multiplier les rapports entre savants et industriels.

A chaque instant, les industriels ont des problèmes à résoudre dont leurs ingénieurs, leurs chimistes ou leurs biologistes trop spécialisés ne connaissent pas tous les éléments.

Ils auraient intérêt à s'adresser aux gens les plus compétents. Parfois, rarement, ils le font, mais alors, ceux-ci demandent une rémunération ridicule ou plutôt acceptent celle qu'on leur propose ; parfois, ils ne demandent rien et naturellement ne reçoivent rien. Il y a vingt ans c'était une coquetterie. Maintenant, c'est une absurdité.

N'y aurait-il pas avantage à régulariser ce courant d'échanges entre industriels et savants, et à ce que ces derniers sachent que les connaissances qu'ils ont acquises par leur intelligence et leurs travaux ont une valeur marchande, et qu'ils peuvent ainsi épargner à l'industrie des tâtonnements coûteux.

L'aide des savants aux industriels peut donc se présenter sous une forme simple qui serait admise par les scientifiques planant le plus au-dessus des

(1) Les jeunes gens qui ont de la fortune pourraient se payer le luxe de faire de la science ; mais c'est généralement la seule fantaisie qu'ils ne s'offrent pas.

Digitized by Google

difficultés matérielles ; ce serait la « consultation ». Les professeurs à l'École de Droit donnent des consultations juridiques. Les professeurs de sciences ne peuvent-ils donner des « consultations scientifiques » dont les honoraires seraient proportionnels aux services rendus?

3° Les prix attribués aux travaux scientifiques doivent être multipliés. Il y a bien un certain nombre de prix décernés par l'Académie des Sciences. Ils sont nombreux puisque dans l'année 1920, que j'ai prise comme type, il y en eut soixante-sept, sans compter les fondations spéciales et les prix des grandes écoles, faisant un total, si je ne me trompe, de 172.000 francs (soit 2.500 francs de moyenne). Or pratiquement, un prix de 2.000 ou de 3.000 francs ne compte pas. Songeons qu'il récompense un travail qui a demandé deux, trois ans et plus. L'État, lui, n'a fondé que deux prix scientifiques annuels : l'un de 3.000, l'autre de 6.000 fr. C'est peu, en comparaison des prix du Président de la République ou du Conseil Municipal, décernés aux chevaux. Comparons, par exemple, la récente découverte de d'Hérelle et les victoires d'Épinard : lequel, du savant ou du cheval, a le mieux mérité de la France?

Est-il exagéré de demander à l'État et aux grandes villes, de créer des prix pour les savants comme ils en créent pour les cyclistes ou les jokeys. L'Institut, parlant au nom de l'intérêt général, ne ferait que réparer une injustice en les réclamant du Gouvernement au moins quatre grands prix annuels : Physique, Chimie, Biologie, Mathématiques.

De plus, certains groupements industriels doivent leur existence à la science, nous disons à la science *théorique*, à la science *pure*. Les industries électriques et chimiques, par exemple, seraient inexistantes si des savants n'avaient consacré leur vie à étudier l'action des courants sur les solénoïdes ou la notation atomique. Le cinématographe est dû au génie scientifique français. La découverte des maladies du vin et de la bière ont épargné chaque année des millions à l'industrie. La parfumerie, le commerce pharmaceutique procèdent directement de la synthèse chimique et de la biologie.

Toutes ces industries sont nées de la science, elles vivent de la science, succomberaient sans l'aide de la science qui les renouvelle et les modifie. Ne pourraient-elles faire quelques sacrifices pour les savants? (1)

(1) Dans ce sens, signalons que la Société des Aciéries de Longwy et la Société Métallurgique de Gorcy ont fondé un prix biennal de 1.000 francs décerné par l'Académie des Sciences ; la somme est insuffisante, mais l'intention doit être notée.

Un prélèvement minime, mettons 1 °/oo sur le chiffre d'affaires ne les grèverait pas sensiblement. L'élite des industriels français a l'esprit trop largement ouvert pour ne pas comprendre que ce geste n'est pas seulement un geste de justice ou d'équité. En subventionnant les savants, ces industriels travailleraient pour l'avenir de leur industrie.

Ces taxes volontaires que la poussée de l'opinion publique, déclanchée par une campagne de presse, peut rendre de fait quasi obligatoires, pourraient être centralisées par une caisse chargée de rétribuer les meilleurs travaux de science pure.

Supposons que chaque année il y ait dix millions de prix à répartir entre les cent savants français ayant fait les plus belles découvertes. L'émulation scientifique ne serait-elle pas autrement puissante que maintenant? Ce serait le type de *dépenses productives*.

Si ces prix sont d'une valeur suffisante, qui ne soit ridicule ni pour ceux qui les donnent, ni pour ceux qui les reçoivent, si on n'éparpille pas ces sommes en centaines de prix insignifiants récompensant des communications sans intérêt, le savant qui découvre un fait scientifique intéressant trouvera la rémunération de sa peine. N'est-il pas juste que, à talent égal, il gagne autant que celui qui exerce une autre carrière libérale.

III

Résumons-nous : Le savant officiel, préparateur, agrégé, professeur, et qui n'a que son traitement pour vivre, ne vit pas ; il végète.

Le recrutement des savants est de ce fait presque tari. Ce sera en France, c'est même presque déjà, la mort de la science et de l'esprit scientifique.

Il faut agir :

a) La propriété intellectuelle scientifique doit entrer dans la législation internationale comme est entrée la propriété littéraire ;

b) Une alliance féconde pour les deux parties doit s'établir entre l'industriel et le savant ; la consultation scientifique, à moitié entrée dans nos mœurs, doit pouvoir être avouée et rémunérée avec justice comme l'est, à l'heure actuelle, la consultation juridique ou la consultation médicale.

c) Une caisse de rétribution scientifique pour les savants devrait être créée comme a été créée une caisse de recherches scientifiques pour les laboratoires. Cette caisse de rétribution scientifique pourrait être alimentée par les subventions annuelles de l'État et des villes intellectuelles, centres d'université, mais surtout par les industries nées de la science et qui continuent à vivre d'elle.

Digitized by Google

Ces industries sont riches, nombreuses, prospères. La science n'a qu'un petit nombre de prêtres pauvres pour la plupart, qui lui consacrent leur vie. Je suis sûr que si les chefs d'industrie savaient la misère non seulement de nos laboratoires, mais encore de ceux qui y travaillent, ils n'hésiteraient pas à accomplir ce geste qui les honorerait.

Scientifique, je m'excuse d'avoir parlé de la situation matérielle des savants ; mais il me paraît qu'il n'y a aucune honte à avouer que cette situation est tragique.

Dans l'ombre, sans bruit, des hommes d'un désintéressement unique à l'époque actuelle travaillent. La France leur donne juste suffisamment pour qu'ils ne meurent pas de faim, et pourtant nul plus qu'eux ne contribue à la prospérité et à la grandeur de la France.

En écrivant ces lignes je n'ai pas seulement pensé aux savants, j'ai surtout pensé à la Science.

Dr Ch. Richet fils,
Professeur agrégé de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris.

L'ÉTUDE DE CERTAINS COMPOSÉS ORGANIQUES AU MOYEN DES RAYONS X

Lorsque Röntgen découvrit les rayons X à la fin du siècle dernier, il ne se doutait guère des applications qui naîtraient du nouveau rayonnement, ni des progrès qu'ils permettraient de réaliser dans bien des branches de la Science. Tout le monde connaît maintenant le parti que l'on a tiré des rayons X en médecine, et il est inutile d'insister sur les progrès qui en sont résultés pour la chirurgie ; mais ce que l'on sait moins bien, c'est que les rayons X sont aussi un puissant moyen d'investigation de la matière, une aide précieuse pour le physicien cherchant à dévoiler le mystère qui entoure encore l'atome et la molécule. Dans ce domaine aussi, les progrès ont été considérables grâce aux rayons de Röntgen : ils promettent de l'être plus encore dans l'avenir, et d'être peut-être la clef qui nous ouvrira tout ce monde inconnu jusqu'alors.

Grâce aux travaux de Bravais, Haüy, puis, plus tard, des physiciens anglais Bragg, de M. de Broglie etc., on est arrivé à se faire une idée très nette de la structure des cristaux : on a pu constater expérimentalement que les particules de matière étaient réparties aux nœuds d'un système de réseaux à 3 dimensions que l'on peut se représenter comme un assemblage de petits cubes juxtaposés ; on a pu également constater que ces particules se groupaient sur des plans bien déterminés qui formaient des sortes de miroirs parallèles réfléchissant les rayons X — avec ceci de particulier cependant que cette réflexion est *sélective*, c'est-à-dire que si l'on fait tomber un pinceau de rayons X sous une certaine incidence sur un groupe de ces miroirs, une seule radiation est réfléchie : celle qui correspond à l'angle θ suivant la formule simple :

$$\lambda = 2d \sin \theta$$

(voir fig. 72).

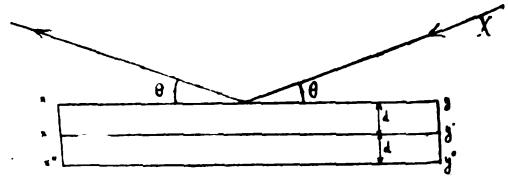


Fig. 72. — *xy x'y' x''y''*. Plans réticulaires du cristal. *d*. Distance entre les plans réticulaires.

Jusqu'ici, rien que l'on ne puisse concevoir sans peine : l'esprit admet facilement qu'un cristal puisse être formé par l'empilement d'assises réfléchissantes parallèles. Mais on a découvert récemment un phénomène plus extraordinaire : c'est que des corps non cristallisés, ou à cristallisation confuse, tels que les acides gras, pouvaient, eux aussi, être considérés comme ayant une structure stratifiée, avec cette différence cependant que cette structure ne leur est pas naturelle, mais imposée en quelque sorte par le support — plaque de verre, couche d'eau — sur lequel on les étale.

C'est l'étude de ce phénomène, et des applications nombreuses qu'il laisse entrevoir, qui va faire l'objet de cet exposé.

***

Le fait expérimental, bien établi actuellement, est le suivant : une série de corps organiques *non cristallisés*, soumis à l'action des rayons X présentent une orientation commune de leurs molécules, en même temps qu'une répartition par surfaces parallèles équidistantes. Il ne s'agirait pas là, à proprement parler, de plans réticulaires comme ceux que l'on rencontre dans les cristaux, mais de sortes de plans réflecteurs prouvant une certaine régularité dans l'arrangement moléculaire.

Des travaux relativement anciens comme ceux de Friedrich, Polanyi, Herzog et Jancke avaient commencé à mettre ceci en lumière, mais rien de systématique n'avait été fait avant les travaux de Müller, Piper et Shearer.

Digitized by Google

Ces travaux étant épars dans de nombreuses publications, nous avons pensé qu'il était intéressant de les grouper et de les résumer de façon à en donner une idée générale.

Dans une *première* partie, on étudiera les travaux relativement anciens qui ont permis d'arriver de la notion de distribution des molécules au hasard à l'idée d'une orientation de celles-ci ; dans une *deuxième* partie, les recherches récentes qui ont amené à la mesure précise des éléments de symétrie ; enfin, en dernier lieu, les conclusions qu'en ont tirées les auteurs et les applications qui pourraient en découler.

I

C'est Friedrich qui, en 1913, s'aperçut le premier que certaines substances à cristallisation confuse, telles que cire, paraffine, ambre jaune, écume de mer, traversées par un faisceau de rayons X homogènes, donnaient lieu à des phénomènes de diffraction en forme d'anneaux, comparables à ceux que l'on peut voir en regardant une bougie à travers une vitre embuée, ou aux halos solaires observés par temps brumeux : les rayons diffractés (fig. 73) sont répartis sur des cônes de révolution autour

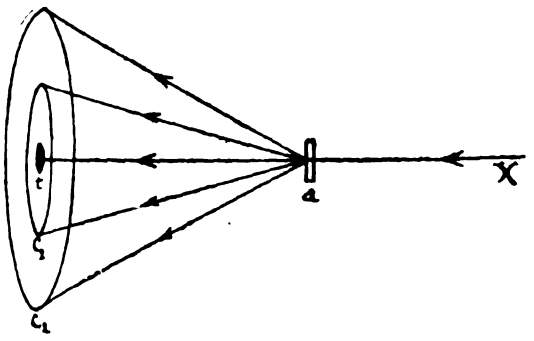


Fig. 73. — *a*. Substance (cire, paraffine, etc.).
t. Tache centrale.
C_1., C_2. Anneaux de diffraction.

du faisceau incident, dont la 1/2 ouverture peut être représentée par $2\theta_1, 2\theta_2, \ldots$; l'intensité des rayons, variable d'un cône à l'autre, est la même pour toutes les génératrices du même cône, ces cônes restent exactement les mêmes quand on change l'orientation de la masse cristalline par rapport au faisceau incident.

On peut tirer de ces observations deux ordres de renseignements très différents :

1° La constatation même du phénomène de diffraction nous révèle la nature cristalline de la masse étudiée ; l'existence de rayons diffractés faisant les angles $2\theta_1$, $2\theta_2$, avec le faisceau incident nous permet d'affirmer la présence de plans réticulaires séparés par les intervalles :

$$d_1 = \frac{\lambda}{2 \sin \theta_1}, \quad d_2 = \frac{\lambda}{2 \sin \theta_2}, \ldots$$

Si la paraffine était cristallisée comme le sel gemme, pour une longueur d'onde donnée λ et une équidistance d_1, on aurait, pour l'angle θ_1 une réflexion de cette radiation qui se traduirait par des taches isolées sur une plaque photographique placée derrière.

Au contraire, l'existence d'un cône complet de rayons diffractés qui fait l'angle $2\theta_1$ avec le faisceau incident, indique la présence de grains cristallins dont les plans réticulaires d'équidistance d_1 prennent toutes les orientations inclinées de l'angle θ_1 sur le faisceau incident, l'intensité étant la même suivant toutes les génératrices du cône (fig. 74).

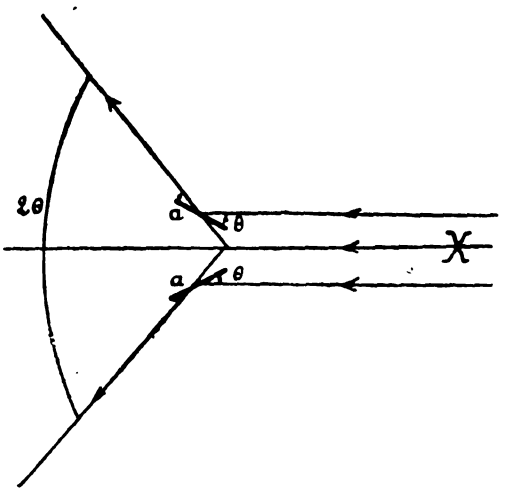


Fig. 74. — *aa*. Plans réflecteurs diversement orientés.

Ces diverses orientations doivent se répéter toutes avec la même fréquence, de même que pour les plans réticulaires d'équidistance d_2, d_3.....

Enfin, puisque les mêmes cônes s'observent quelle que soit la direction du faisceau incident, on peut affirmer que les différents plans réticulaires prennent toutes les orientations possibles, c'est-à-dire que les grains cristallins sont orientés absolument au hasard. Certaines influences, telles que la pression, le champ magnétique, peuvent favoriser une orientation particulière : ce qui se traduira par une répartition inégale de l'intensité suivant l'un des cônes de diffraction. Au désordre précédent, on a ainsi fait succéder un certain ordre ; les anneaux sont remplacés par des fractions d'anneaux : s'il ne se manifestait plus que des taches, on aurait alors affaire à l'état cristallin, et l'on retrouverait les figures de Laue.

Il existe donc, entre l'état amorphe et l'état cris-

Digitized by Google

tallisé, des états intermédiaires possibles ; à l'inverse des corps cristallisés, chez lesquels la molécule ou l'atome montrent un ordre régulier, l'arrangement des éléments est, dans les corps présentant cet état, complètement ou partiellement irrégulier. Une étude plus approfondie de la répartition des intensités le long des anneaux de diffraction peut fournir des renseignements précieux sur le mode d'arrangement des éléments à l'intérieur des masses à cristallisation confuse ; de plus, ce moyen d'investigation de leur texture a fourni des renseignements intéressants sur la constitution de certaines fibres (coton, soie artificielle) ou de fibres musculaires, nerveuses, etc...

En résumé, ce que nous voulons dégager de cette première partie, c'est l'apparition d'un certain degré de coordination des molécules dans des substances auxquelles il ne paraît pas possible d'attribuer une structure cristalline au sens ordinaire du mot.

II

Nous arrivons maintenant à des travaux bien plus récents. MM. de Broglie et Friedel, après avoir défini « l'état smectique » dans lequel les molécules, ayant une direction commune, seraient en outre réparties par surfaces parallèles équidistantes, ont montré que les corps à cet état, possédant une répartition périodique des molécules, devaient agir sur les rayons X comme le ferait un système de plans réticulaires parallèles d'un cristal. En particulier, une portion de matière smectique, qui présente toutes les orientations possibles de ces surfaces parallèles, doit diffracter un faisceau monochromatique et donner sur une plaque normale au rayon direct un spectre formé d'anneaux concentriques.

Il a fallu employer des rayons de grande longueur d'onde (raies K du cuivre : 1,541 et 1,537), car tout amenait à considérer les longues chaînes que comporte la formule des corps smectiques comme orientées parallèlement à l'axe optique.

Les essais ont porté sur les oléates d'Am, Na, K, et ont donné des anneaux dont la mesure des diamètres a donné pour l'équidistance des plans réflecteurs la valeur 43,5 Å (1).

L'ordre de grandeur de ces résultats a été confirmé par l'étude, au moyen de procédés optiques, des lames minces de savon, étude qui fut faite par Perrin et Wells, qui trouvèrent 40 Å : l'eau de savon prendrait donc, en lame mince, la structure smectique que prennent, à l'état anhydre, les oléates.

J'arrive maintenant aux travaux systématiques entrepris par Müller et Shearer d'une part, Piper d'autre part, et qui sont encore en cours, du moins en ce qui concerne les premiers.

Ces auteurs eurent l'idée de suivre l'accroissement de la distance réticulaire avec le nombre des groupes CH^2, en opérant cette fois par réflexion, à l'aide d'une méthode identique à celle du cristal tournant. Nous allons résumer successivement ces travaux, en commençant par ceux de Müller sur les acides gras saturés. Nous examinerons ensuite ceux de Shearer sur les éthers et acides gras, et certains composés cycliques à longue chaîne, enfin ceux de Piper sur les oléates.

a) *Travaux de Müller.*

Müller a utilisé, pour ses recherches, les acides gras homologues de C^{10} à C^{22} : ses travaux peuvent se résumer en ceci : après avoir mis en évidence la présence de plans réflecteurs, il a constaté que les distances entre ces plans, caractéristiques de la longueur de la chaîne, croissaient régulièrement avec le nombre de CH^2 de la chaîne carbonée.

La technique utilisée est la suivante : une petite quantité de la substance est fondue, et étendue sur une plaque de verre de façon à former une bande large de 2 à 3 m/m, longue d'1 cm. et épaisse de 0 mm. 1 à 0 mm. 2. Dans ces conditions, les acides utilisés semblent s'orienter en lames parallèles à la surface du verre, lames susceptibles de donner lieu à de très bonnes réflexions des rayons X.

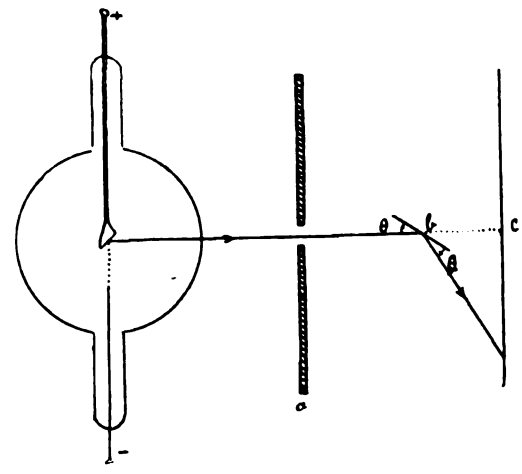


FIG. 75. — *a*. Fente ; *q*. Plaque de verre portant la substance ; *c*. Plaque photographique.

On utilise pour les mettre en évidence le dispositif du cristal tournant, dont le principe est le suivant (fig. 75) :

Le rayon monochromatique tombe sur un cristal (remplacé ici par une plaque de verre recouverte du corps à étudier) animé d'un lent mouvement de rotation autour d'un axe ver-

(1) Une unité Angström = 1 Å = 10^{-8}cm.

Digitized by Google

tical : lorsque l'angle θ correspond à la longueur d'onde employée, il y a réflexion et impression de la plaque photographique placée derrière ; il y a de même réflexion pour les angles de sinus double, triple, etc., ces réflexions d'ordre supérieur étant de plus en plus faibles (absolument comme dans le cas des réseaux traversés par un faisceau de lumière monochromatique, où l'on obtient des taches d'ordre 1,2,3, etc., de plus en plus faibles). Une construction géométrique simple permet de déduire de l'emplacement des raies sur la plaque la distance réticulaire correspondante.

Les lames cristallines étant orientées parallèlement à la surface du verre agissent comme un seul cristal. La plaque de verre, sur laquelle est déposée la substance, est fixée sur la table d'un petit spectromètre à rayons X, suivant la méthode habituelle ; les réflexions sont obtenues symétriquement par rapport aux rayons primaires, ce qui évite les erreurs résultant de l'emploi de l'image de la fente comme zéro.

L'ampoule à rayons X fonctionne avec une anticathode en fer, et marche sous 40.000 volts avec un courant de 5 milliampères. La durée d'exposition est d'environ 3/4 d'heure pour chaque côté. Quant à la distance : plaque — axe du spectromètre, elle est environ 7 cm.

Les photos reproduites (fig. 76) montrent un

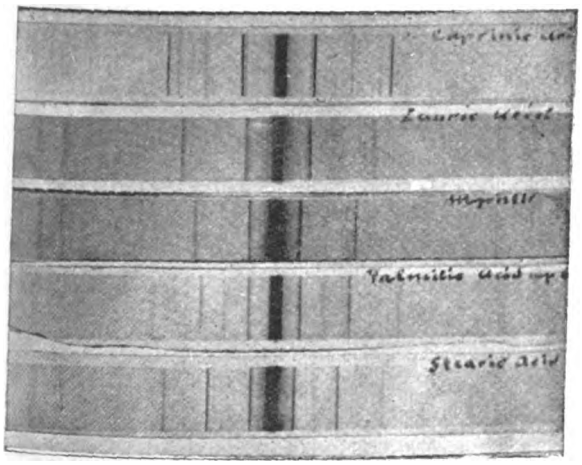


FIG. 76. — Série des acides gras (Müller).

groupe de lignes bien définies symétriquement par rapport à la tache centrale ; leur grand intérêt, c'est que les distances de ces lignes varient avec les substances étudiées. — Elles diminuent avec le nombre croissant de CH^2, ce qui correspond à une augmentation de la distance réticulaire — on voit sur les photos des raies correspondant au 5e ordre de réflexion.

En plus de ces lignes, dues à des réflexions sur des plans de grande densité, il existe d'autres réflexions sur des plans séparés par de petites distances réticulaires, plans qui doivent se manifester par des raies se trouvant en deçà des raies précédentes ; on les aperçoit sur certaines de ces photographies, et elles correspondent aux distances d_2 et d_3 de la table 1 (p. 106).

Si nous regardons cette table, nous voyons qu'il y a un accroissement visible de la distance d_1 correspondant à un accroissement des N c'est-à-dire des CH^2, et que la valeur constante de cet accroissement, $\frac{\Delta d_1}{\Delta N} = 2$, pour la série étudiée ; c'est ce que l'on a représenté sur la figure 77.

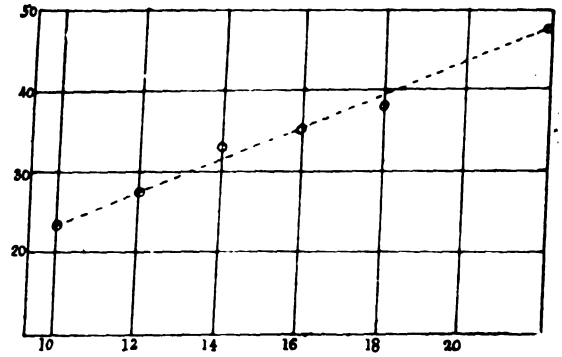


FIG. 77. — Représentation graphique du nombre d'atomes de C en fonction des distances réticulaires.

D'autres essais ont été tentés sur l'acide en C^{11} et l'acide en C^{17} ; le premier ne présente pas de particularités, mais le second, ou acide margarique, présente une série de raies identiques aux précédentes avec cette différence, cependant, qu'ici, chaque raie est dédoublée, et les distances correspondant de très près à celles de l'acide en C^{18} ou stéarique. Il a été impossible, d'après les clichés obtenus, de se rendre compte si cela est dû à des impuretés ou à des dispositions différentes des molécules.

Enfin des essais sur l'acide élaïdique qui est un acide en C^{18}, non saturé, isomère de l'acide oléique, ont montré une distance réticulaire beaucoup plus considérable que pour l'acide saturé correspondant, c'est-à-dire l'acide stéarique (48 Å au lieu de 38,7) ; les distances réticulaires secondaires, au contraire, restent les mêmes. Des différences de d_1, on peut déduire que la liaison entre les C est d'un modèle différent dans les séries saturées et non saturées.

S'appuyant sur une méthode entièrement différente, en se servant de pellicules ayant l'épaisseur unimoléculaire, Adam, a de son côté, cherché à mesurer la longueur des chaînes d'acides gras. Ses résultats sont les suivants :

Digitized by Google

Acide myristique : 21,1 Å ; acide stéarique : 26,2 donc en désaccord avec ceux de Müller. Si cependant on considère le fait qu'Adam a étudié ces substances dans un état différent, il est évidemment impossible qu'il trouve des chiffres en accord avec ceux de la table 1 (V. p. 106). L'ordre de grandeur est néanmoins le même, et on peut aussi constater là l'accroissement de longueur de la chaîne avec le nombre de CH^2.

Nous verrons plus loin, dans la 3e partie, les conclusions à tirer de ces essais.

b) *Travaux de Shearer.*

Shearer s'est attaqué à des éthers organiques, à des composés cycliques possédant une longue chaîne saturée, et aussi à quelques autres acides gras. Les résultats expérimentaux ont confirmé ceux de Müller.

La méthode employée est à peu près la même, sauf qu'ici la substance est coulée sur une plaque de mica dont les plans de clivage permettent d'obtenir sur la plaque, comme repères, les raies K du fer, en plus des raies caractéristiques du corps étudié. La table 2 (V. p. 106) donne les chiffres obtenus par Shearer, qui peuvent aussi être ainsi représentés sur la courbe de la fig. 78.

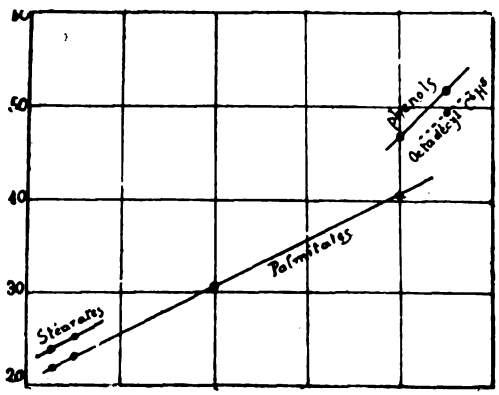


Fig. 78. — Courbes représentatives de certains éthers (Shearer).

Dans le cas des palmitates, l'accroissement est constant dans toute la série étudiée. Le nombre des stéarates étudiés jusqu'ici est trop petit pour savoir si cette loi s'applique aussi à eux, mais, étant donné que la courbe représentative des deux stéarates est parallèle à celle des palmitates, on peut probablement en conclure que, là aussi, l'accroissement par atome de C est constant et a la même valeur dans les deux cas, ce qui correspondrait bien à un accroissement de longueur de la fonction éthérifiante.

On trouve ici :

$$\frac{\Delta d}{\Delta N} = 2 \text{ Å},$$

au lieu de 1,22 Å dans le cas des acides libres, Nous allons en voir l'interprétation tout à l'heure.

Dans une dernière série de travaux faits par Müller et Shearer, quelques autres acides ont été étudiés ; les chiffres sont ceux de la table3 (V. p. 107).

c) *Travaux de Piper.*

Les recherches de Piper ont porté sur les sels de Na des acides gras dans l'eau de savon. Les photographies ne sont malheureusement pas reproduites ici mais les chiffres obtenus sont donnés dans le tableau 4 (V. p. 107).

III

Nous arrivons enfin à la 3e partie relative à l'interprétation de ces travaux.

De toutes ces mesures, on a essayé de dégager des conclusions sur la structure des composés organiques à longue chaîne.

Ce qui, en effet, est mesuré par la spectrographie au moyen des rayons X, c'est la distance normale entre deux plans identiques d'un cristal. Il est donc clair que, d'une façon générale, la distance réticulaire d'un plan quelconque n'aura qu'un rapport très indirect avec les dimensions de la molécule elle-même. C'est seulement par une étude complète de la structure du cristal qu'on peut déterminer les dimensions de la molécule. Dans le cas de composés aussi compliqués que ceux en question on ne saurait donner encore une solution aussi complète.

Il semble cependant que, dans le cas de ces composés à longue chaîne, il y ait un rapport étroit entre la longueur de la molécule et la distance réticulaire du plan de clivage. Dans les acides et les éthers, on a vu en effet que, à mesure que le nombre des CH^2 augmente, la distance réticulaire principale croît uniformément, bien que la valeur de cet accroissement ne soit pas la même dans les deux séries. D'autre part, l'existence de 2 distances réticulaires d_2 et d_3 fixes suggère l'idée que la cellule élémentaire est un long prisme qui a la même section transversale pour toutes les substances étudiées ; la longueur du prisme croissant proportionnellement au nombre de CH^2.

C'est ce que j'ai cherché à représenter dans la figure 79.

La direction générale de la longueur de la molécule n'est pas forcément perpendiculaire au plan de clivage, mais, pour expliquer l'accroissement uniforme de la distance réticulaire, il faut supposer que, pour une série quelconque, les molécules sont toutes inclinées d'un même angle sur ce plan.

L'étude des distances réticulaires des acides gras montre qu'il y a très probablement, entre 2 plans

Digitized by Google

successifs, non pas 1 molécule, mais 2, disposées probablement bout à bout en direction opposée (fig. 80).

En effet, le diamètre admis pour l'atome de C

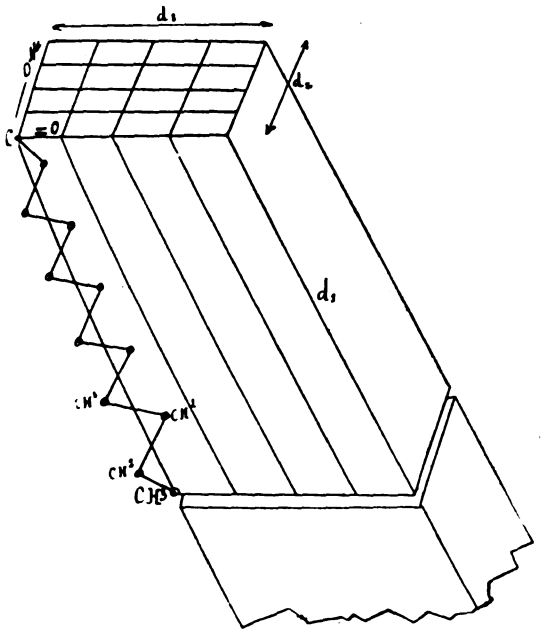


Fig. 79. — d_1. Grandes distances réticulaires correspondant aux lignes nettes ; d_2, d_3. Petites distances réticulaires correspondant aux lignes floues.

est de 1,5 Å : même si tous les atomes de C étaient empilés en ligne droite les uns au-dessus des autres, la longueur de la molécule serait considérablement plus petite que la distance réticulaire réellement observée : pour l'acide stéarique on devrait trouver 30 Å au lieu de 38,7 ; la différence est beaucoup trop grande pour qu'on puisse l'expliquer par des erreurs d'expérience. Aussi doit-on supposer qu'il y a 2 molécules dans la cellule élémentaire de l'acide stéarique ; il ne s'agit plus que de trouver une représentation de la chaîne qui ramène sa longueur de 60 Å à 38,7 et pour cela, le moyen le plus simple consiste à lui supposer une forme en zig-zag (fig. 80).

Les éthers qui, eux, ne comprennent qu'une molécule entre 2 plans de clivage successifs, par suite du blocage du COOH, par la fonction éthérifiante peuvent être représentés comme sur la figure 81, soit en admettant un changement de direction entre le radical acide R et le radical éther R', soit en admettant un empilement différent des CH^2, en zig-zag pour le radical acide, en spirale pour le radical éther ; ceci pour justifier les différences de distance observées entre 2 CH^2 successifs, suivant qu'ils appartiennent à la partie acide ou éther.

De tout cela, on conclut que dans le cas des acides on a affaire à 2 molécules placées bout à bout, et que l'accroissement moyen par groupe CH^2 est de 1 Å pour les acides, 1 A, 22 pour les éthers, où l'on n'a affaire qu'à une seule molécule comprise

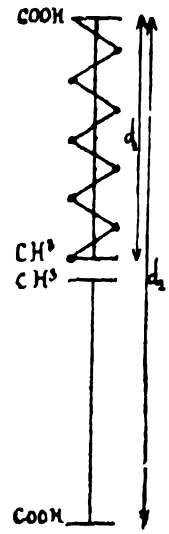


Fig. 80. — d_1. Distance mesurée par Langmuir (lames unimoléculaires) et Adam ; d_2. Distances mesurées par Piper, Shearer, Friedel, Perrin et Wells.

entre 2 plans de clivage successifs. Ces résultats sont d'ailleurs conformes à ceux de Langmuir sur les couches unimoléculaires.

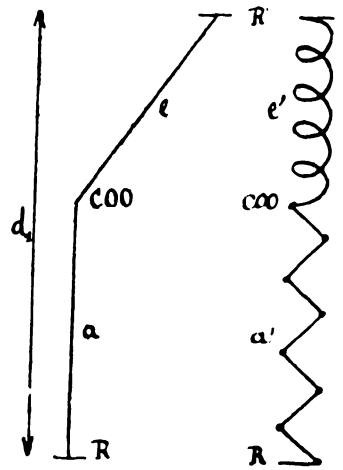


Fig. 81. — Mode de représentation des éthers ; a, a'. Radical acide. e, e'. Radical éther. d_1. Distance mesurée aux rayons X.

Quelle peut être la raison pour laquelle la cellule des éthers contient 1 seule molécule, tandis que celle des acides libres en contient 2? Shearer et Müller tentent de l'expliquer en disant que, dans

Digitized by Google

les acides, on a aux deux bouts un groupe actif COOH qui pourrait être la cause de la liaison bout à bout des molécules ; dans les éthers, ce groupe carboxyle n'existe plus et il n'y a pas accolement. La présence d'un groupe C^6H^6 ou C^6H^5-OH paraît aussi faciliter la jonction des 2 molécules bout à bout : ici aussi, cet arrangement est probablement dû à la présence d'un groupe actif.

En supposant ces corps à l'état smectique, on peut expliquer plusieurs de leurs propriétés. D'après Friedel, les molécules des corps smectiques ont, comme je l'ai dit au début, une direction commune et sont distribuées sur des plans parallèles équidistants, auxquels leurs longueurs sont normales, ce qui cadre bien avec les propriétés observées. Friedel suppose que la distance entre ces plans est égale à l'épaisseur des couches stratifiées des pellicules de savon mesurées par Wells, soit environ 43 Å, ou à un multiple de cette épaisseur. D'après la théorie de Shearer et de Piper, cette épaisseur minima n'est autre que la longueur de 2 molécules perpendiculaires au plan, et placées de façon que les groupes CH^3 soient en contact, les groupements COONa étant à l'extérieur.

L'affinité des groupes CH^3 l'un pour l'autre est supérieure à l'affinité des Na ; les plans contenant les Na sont, par conséquent, des plans de glissement. — La structure en zig-zag de la chaîne carbonée leur permet de s'aggriper, et de donner ainsi de la rigidité dans le sens de la longueur. Ceci fait supposer de la fluidité dans le sens des plans, et de la rigidité à angle droit, comme l'a mentionné Friedel.

Conclusion. — Ces recherches sont de nature à intéresser à la fois les chimistes et les physiciens : les chimistes, parce que la présence de plans réflecteurs semble susceptible de donner des éclaircissements sur la structure des chaînes carbonées, sur la nature des liaisons ou sur certains cas d'isomérie ; peut-être y aurait-il même là une méthode d'analyse organique comparable, dans certaines limites, aux méthodes spectroscopiques par rayons X ; en tout cas, la voie semble largement ouverte dans cette direction.

Les physiciens, d'autre part, pourront peut-être trouver là des corps se comportant comme des cristaux à plans réticulaires très éloignés et suffisamment denses pour donner une diffraction notable. Or on sait que la mesure directe par diffraction des longueurs d'onde des rayons X très mous (de l'ordre de 10 à 100 Å) était limitée par la possibilité d'obtenir de tels cristaux.

J'ai pu personnellement obtenir, à l'aide d'une technique spéciale dans la façon de répartir la couche de corps gras sur la plaque de verre, et en me servant d'une fente très fine, des photographie d'une grande finesse qui permettront sans aucun doute des mesures très précises ; la figure 82 représente un spectre de l'acide palmitique que j'ai

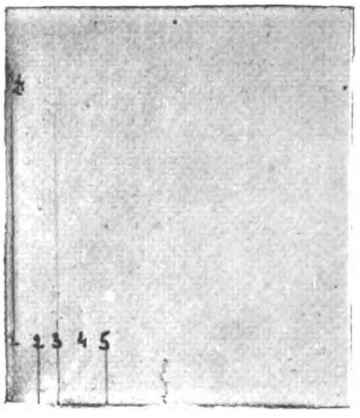


FIG. 82. — Spectre de l'acide palmitique montrant les raies Kα et Kβ.

pris dans ces conditions, et qui laisse voir nettement les raies K_α et K_β.

Ainsi l'emploi des corps smectiques, malgré certaines difficultés dues à l'absorption va, peut-être, permettre d'atteindre la mesure directe des longueurs d'onde les plus grandes (théoriquement, jusqu'à près de 80 Å avec les oléates).

Ce sont ces deux points de vue : physique et chimique, ainsi que toutes les possibilités qu'ils offrent pour des recherches ultérieures qu'il importe de dégager comme conclusion de ces recherches grâce auxquelles on peut espérer voir s'enrichir dans un avenir plus ou moins proche, nos connaissances sur la structure de la matière.

Table 1. Muller

Acides	N. d'at. C.	d_1	d_2	d_3
Caprique	10	23.2	—	—
Laurique	12	27.0	4.11	3.68
Myristique	14	32.2	4.12	3.72
Palmitique	16	34.7	4.08	3.65
Stéarique	18	38.7	4.05	3.62
Behenique	22	47.8	4.10	3 66

Table 2. Shearer

		d_1	d_2	d_3
Méthylpalmitate	$C^{15}H^{31}—COOCH^3$	22	4.07	3.72
Ethylpalmitate	$C^{15}H^{31}—COOC^2H^5$	23 2	4.07	3.67
Octylpalmitate	$C^{15}H^{31}—COOC^8H^{17}$	30.4	4.16	3.72
Cétylpalmitate	$C^{15}H^{31}—COOC^{16}H^{33}$	40.4	4.05	3.69
Méthylstéarate	$C^{17}H^{35}—COOCH^3$	24	4.07	3.74
Ethylstéarate	$C^{17}H^{35}—COOC^2H^5$	25.2	4.14	3.69
Octadécylbenzène	$C^{18}H^{37}—C^6H^5$	49.2	—	—
p. hexadécylphénol	$C^{16}H^{33}—C^6H^4OH$	46.5	—	—
p. octadécylphénol	$C^{18}H^{37}—C^6H^4OH$	51.3	—	—

Digitized by Google

Table 3. Shearer

non saturés	Ac. undécylique...	$C^{11}H^{20}O^2$	25.8	—	—
	« pentalécylique.	$C^{15}H^{30}O^2$	36.2	4	3.76
	« margarique...	$C^{17}H^{34}O^2$	39.2	4.05	3.77
saturés	« oléique.....	$C^{18}H^{34}O^2$	36.2	—	—
	« élaïdique.....	$C^{18}H^{34}O^2$	48.3	4.03	3.65
	« isoléique	$C^{18}H^{34}O^2$	35.9	—	—
	« érucique	$C^{22}H^{42}O^2$	46.3	4.22	3.72
	« brassidique ..	$C^{22}H^{42}O^2$	59.9	4.25	3.72

Table 4. Piper

	N	d_1	d_2	d_3
Laurate K.....	10	33.5	4.22	4.88
Myristate Na.....	12	38.5	4.18	4.9
Palmitate Na.....	14	43.5	4.15	4.9

Jean-Jacques TRILLAT,
Ingénieur de l'Ecole de Physique et Chimie de Paris.

REVUE AGRONOMIQUE

LE PROBLÈME DE LA CULTURE DU COTONNIER DANS NOS COLONIES ET LA NÉCESSITÉ D'UNE ORGANISATION SCIENTIFIQUE POUR LE RÉSOUDRE (1).

V. — LA CULTURE DANS LES COLONIES FRANÇAISES ET LA POSSIBILITÉ DE SON EXTENSION

Nous avons passé en revue dans le précédent numéro les besoins de la France en coton et les conditions climatiques et autres indispensables à la culture des Cotonniers. Nous nous proposons d'examiner dans les ce qui suit comment se présentent à cet égard nos différentes colonies.

Il n'est pas une seule de nos colonies de la zone tropicale ou des régions tempérées chaudes qui ne possède, autour de ses villages, au moins quelques pieds de Cotonniers. C'est que, si paradoxal que cela paraisse, cette culture a été autrefois, chez les indigènes de presque tous les pays, beaucoup plus prospère qu'elle ne l'est aujourd'hui. Avant la création d'établissements européens, il n'existait qu'un commerce très restreint et les importations de tissus étaient minimes. Chaque peuplade devait donc se suffire à elle-même, aussi bien pour le vêtement que pour l'alimentation. Le costume est encore réduit à la plus simple expression chez diverses tribus d'Afrique, d'Asie et d'Océanie et quand il existe, il est confectionné parfois avec des écorces d'arbres battues, mais chez le plus grand nombre il est, depuis des siècles, fabriqué avec le coton. Presque partout on produisait donc ce textile et on savait le filer et le tisser. De même que la culture du lin et du chanvre a été en se restreignant en France par suite du progrès, de même l'abandon de la culture du coton dans beaucoup de pays a été le résultat du développement du commerce. Les indigènes ont trouvé plus d'avantages à vendre certaines denrées et à acheter pour se vêtir des étoffes fabriquées soit en Europe, soit dans l'Inde, étoffes qui leur plaisaient mieux que les tissus grossiers qu'ils fabriquaient auparavant. De là l'abandon presque général, jusqu'à ces dernières années, de la culture du Cotonnier par les indigènes, en Afrique tropicale, à Madagascar, en Indochine.

Il n'est pas douteux que la culture du précieux textile était beaucoup plus développée aux époques où les premiers explorateurs ont parcouru ces contrées qu'elle ne l'est de nos jours. Les Européens n'ont du reste songé sérieusement à développer cette culture dans les pays qu'ils occupaient qu'aux périodes de crise dans la production.

Il nous paraît intéressant de passer en revue, à ce point de vue, nos différentes colonies.

Afrique du Nord.

La culture du coton dans l'Afrique du Nord date probablement des premières invasions arabes. Ce textile se nomme *Kutn* en arabe, d'où on a fait *Coton*. Dès le XII^e^ siècle, suivant un historien, la culture s'en faisait déjà, non seulement en Berbérie, mais aussi en Espagne et en Sicile. Toutefois l'Arabe, médiocre cultivateur, ne développa guère les plantations de Cotonniers dans les pays où il s'implanta. Jusqu'au siècle dernier la seule espèce cultivée dans la région méditerranéenne était le Coton herbacé qui ne donne partout en culture que d'assez faibles rendements et des fibres courtes.

Il fallut la guerre de Sécession pour déterminer la France, implantée en Algérie depuis 1830, à faire un réel effort pour développer cette culture. Les Cotonniers américains et égyptiens furent introduits ; ils donnèrent dès le début d'intéressants résultats et ils ne tardèrent pas à se substituer à l'herbaceum des indigènes.

Pendant la période 1854-1860, on put sortir plusieurs centaines de tonnes de coton d'Algérie, mais dès que la tranquillité fut rétablie dans le Sud des États-Unis la France cessa de porter son attention sur le coton algérien.

(1) Voir *Revue Scientifique*, n° du 14 février, page 75.

Digitized by Google

En 1904, après la fondation de l'Association cotonnière coloniale, des essais furent de nouveau tentés pour développer la culture du coton en Algérie. La région d'Orléansville, notamment, produit chaque année en terrains irrigués quelques dizaines de tonnes d'un très beau coton.

FIG. 83. — Un champ d'expérience à Buitenzorg. Culture de *Tephrosia* comme engrais vert.

Depuis 3 ou 4 ans, une nouvelle propagande se poursuit, et le Gouvernement général de l'Algérie, en vue d'attirer l'attention sur cette culture, a fondé Ferme-Blanche où les essais sont faits en grand et où des résultats remarquables ont déjà été obtenus. Nous devons au professeur Trabut, directeur du Service botanique à Alger, d'intéressants renseignements sur ce sujet. La culture irriguée du Cotonnier est possible dans toutes les plaines du littoral algérien et au delà jusqu'à une altitude de 700 m. Dans ces régions le coton peut produire de 200 à 700 kilos de fibre à l'hectare. Les sortes d'Égypte et les variétés *Pima* et *Yuma* de l'Arizona à très longues soies réussissent particulièrement bien en terrain irrigué, mais M. Trabut estime que dans les régions où le sol est suffisamment frais on pourrait le produire aussi sans irrigation. Dès maintenant les environs d'Orléansville et la région de Perrégaux ont étendu cette culture en raison des hauts revenus qu'elle donne. A la Station expérimentale de Ferme-Blanche, on a retiré l'an dernier 9.945 francs à l'hectare (vente de la soie et des graines). Si l'on déduit les frais, il reste encore de très beaux bénéfices. Le Ver rose n'existant pas, les rendements, là où la culture est possible, sont plus élevés qu'en Égypte et les sortes de ce pays se comportent tout aussi bien que dans la vallée du Nil. La culture est même possible dans le Sahara partout où l'on peut forer des puits artésiens, et M. Trabut est d'avis que l'on pourrait semer le Cotonnier en culture intercalaire dans les jeunes plantations de dattiers. On aurait ainsi un revenu dès la première année.

Le Maroc peut également produire du coton en terrain irrigué ou même peut-être en terrain sec. M. Miège, chef du Service de l'expérimentation agricole, a fait dans ces derniers temps des essais démonstratifs. Il a rencontré, dans le pays, un Cotonnier qui y semble acclimaté depuis longtemps et qui paraît appartenir au groupe des sortes d'Égypte, d'origine hybride. Ce Cotonnier, cultivé en petit par les Marocains du Sous, produit des fibres blanches ou parfois de couleur beurrée de 28 à 30 m/m de long. Il est précoce, rustique et particulièrement productif, puisque des essais ont donné jusqu'à 900 kilos de coton brut à l'Ha. La sélection en est commencée en vue d'en obtenir une variété appropriée à la culture sèche. Le Maroc possède des fleuves importants et permanents qui, aménagés, peuvent permettre aussi l'irrigation de terres assez étendues. Les régions qui paraissent les plus favorables au Cotonnier sont : les environs de Marrakech, le Sous, la vallée du Sébou, mais les périmètres irriguables sont partout morcelés.

La Tunisie se prête aussi à cette culture, mais on n'a pas encore dépassé la phase des essais.

En résumé l'Afrique du Nord pourrait, si son hydraulique était aménagée, produire plusieurs dizaines de milliers de tonnes de coton de même valeur que l'égyptien. Cet apport serait assurément intéressant, mais il existe des possibilités plus grandes en d'autres colonies.

Indochine

Bretschneider pense que la culture du Cotonnier n'a été introduite en Chine qu'au IXe ou au Xe siècle de notre ère. Nous avons la conviction qu'elle y est beaucoup plus ancienne, au moins dans les provinces du Sud. Les formes habituellement cultivées en Extrême-Orient sont le *Gossypium indicum* de Lamarck à soies blanches et courtes et sa variété *Nanking* à fibres rousses (que les Chinois nomment *Khaki* d'où nous avons fait le nom français Kaki pour désigner les tissus de cette couleur) ; elles sont probablement originaires de la Chine. Le pays d'Annam et le Tonkin, anciens vassaux de la Chine, cultivent certainement depuis de nombreux siècles ces deux sortes. Le Cambodge de son côté avait reçu de l'Inde ses principales cultures, notamment les Cotonniers, en même temps que la civilisation hindoue. Toutefois, il est curieux de constater que les Cotonniers indiens ont presque disparu du Sud de l'Indochine et sont remplacés par des espèces américaines. Sur les rives du

Digitized by Google

Mékong, notamment, on cultive presque exclusivement une variété de Upland, le « Cambodia » à peine distincte des formes les plus typiques du *Gossypium hirsutum* des États-Unis, et il n'est pas douteux que c'est depuis plusieurs siècles qu'elle a supplanté les vieux Cotonniers asiatiques.

En Cochinchine on trouve aussi les beaux et grands Cotonniers du type *vitifolium* répandus

Fig. 84. — Terrain cultivé au Cambodge. Au premier plan : Riz venant d'être repiqué ; dans le fond, Palmiers *Borassus* cultivés pour la production du sucre.

aussi en Malaisie, au Siam, aux Philippines et originaires de l'Amérique du Sud, d'où ils ont été sans doute apportés par les Espagnols.

En Annam et au Tonkin, domine l'*indicum* que l'on utilise dans les filatures locales. Il existe en effet au Tonkin diverses filatures et tissages dont deux comprennent 65.000 broches. Le reste de la production est exporté au Japon et en Chine ou utilisé sur place par les Annamites. Depuis notre occupation, les indigènes n'ont pas étendu leurs plantations de Cotonniers ; ils en ont même plutôt réduit la superficie. C'est que le Cotonnier indien donne de faibles rendements (120 à 180 kilos de fibre à l'hectare) ; sa soie est courte et de faible valeur. En outre, il occupe longtemps le terrain et demande beaucoup de soins. Les cultures vivrières sont bien plus rémunératrices pour l'Annamite.

De toutes les parties de l'Indochine, c'est le Cambodge qui présente les conditions de climat et de sol les plus favorables à la culture du Cotonnier ; malheureusement la population y est très clairsemée. Ce pays fournit déjà à l'exportation une quantité appréciable de coton (environ 1.500 tonnes de coton égrené et 1.200 tonnes de coton brut comme moyenne annuelle pendant la dernière période quinquennale). Ces chiffres étaient du reste plus élevés il y a une vingtaine d'années, de sorte que la production n'est pas en accroissement. La plus grande partie du coton produit actuellement provient des berges du Mékong et de ses affluents, berges périodiquement inondées et très fertiles. Par suite du régime des eaux, le Cotonnier y est cultivé à contre-saison, ce qui nuit à la qualité de la soie. Le rendement moyen à l'hectare du « Cambodia » n'est que de 50 à 150 kilos, par suite de ces conditions défectueuses ; sur les terres élevées, vraisemblablement d'origine volcanique, dites *terres rouges*, un expérimentateur, M. Martin de Flacourt a obtenu, dans les bonnes années, sans irrigation, 218 kilos de coton net à l'hectare en cultivant dans la saison favorable. La soie longue de 24 à 29 mm. était équivalente au Upland du Mississipi comme valeur, bien que la culture fût faite sans fumure par des indigènes très primitifs (les Siengs), avec des procédés de culture rudimentaires (j'ai visité ces essais en 1918). On avait espéré que la population indigène vivant sur les terres rouges du Cambodge pourrait en peu d'années produire 5.000 à 7.000 tonnes de coton fibre. Nous sommes loin de compte aujourd'hui puisque, bien que les conditions économiques soient très favorables, le Cambodge n'exporte même pas la quantité de coton qu'il fournissait de 1900 à 1910. Ce seul fait montre qu'il faut poursuivre les expériences et la propagande pendant de longues années avant d'arriver à des résultats définitifs.

J'ai montré enfin, en 1918, après avoir visité les abords du Mékong et de ses affluents, qu'il existe de grandes étendues de terres grises encore incultes que l'on pourrait irriguer au moyen d'appareils élévatoires et de canaux de distribution et qui conviendraient parfaitement à la culture du Cotonnier. Il en est de même de la région des grands Lacs, près des célèbres ruines d'Ankor, où il existe près de 700.000 hect. couverts chaque année par la crue et que l'on pourrait aménager. Mais il faudrait entreprendre des travaux extrêmement coûteux et de longue haleine dans un pays peu peuplé.

En résumé, trois sortes de cultures cotonnières sont possibles au Cambodge :

1° La culture à contre-saison sur les berges du Mékong qui se pratique déjà et que l'on peut encore étendre et surtout améliorer ;

2° La culture des terres grises au-dessus des berges, en soustrayant ces terres, là où cela est nécessaire, aux inondations et en pratiquant l'irrigation par pompage si des expériences en montrent l'utilité ;

3° La culture sèche en terres rouges qui doivent représenter dans le Sud indochinois une étendue de 2 ou 3 millions d'hectares. Il est du reste à peu près certain que le coton produit en Indochine trouvera des débouchés en Extrême-Orient et ne viendra pas en France.

Digitized by Google

Afrique Occidentale française.

D'après M. Maurice Delafosse, l'historien des Noirs de l'Afrique, les traditions rapportent que c'est le roi Mandingue Soundiata Keita qui introduisit vers 1240 la culture et le tissage du coton au Soudan nigérien. Il semble en effet que c'est vers cette époque que diverses cultures comme celles du Sésame, du Coton, de l'Indigo apportées d'Orient par les migrations sémites se sont répandues dans l'Afrique tropicale.

Pendant 3 ou 4 siècles, les seules espèces cultivées furent le *G. obtusifolium* et le *G. arboreum*, la première venue de l'Inde, la seconde probablement de Nubie ou d'Abyssinie. Ces deux plantes ne se retrouvent plus qu'exceptionnellement dans les cultures et, dans certaines régions, les Noirs les conservent comme plantes fétiches.

La découverte de l'Amérique en 1492 eut pour résultat d'enrichir l'Afrique de cultures nouvelles avec une extrême rapidité. Moins de 2 siècles 1/2 après cette découverte, le Manioc, la Patate, l'Arachide, le Tabac, l'Ananas, le Maïs, plantes d'Amérique, s'étaient répandus sur le Continent noir. Il en fut de même des Cotonniers américains. Ces espèces n'eurent pas de peine à supplanter les deux espèces venues d'Orient. Elles s'accommodent beaucoup mieux des régions tropicales et elles donnent des soies beaucoup plus longues et en plus grande abondance. Enfin, parmi les espèces et races nombreuses de Cotonniers américains, il s'en est trouvé convenant aux différents climats de l'Afrique tropicale ; les sortes s'adaptant mal se sont éliminées d'elles-mêmes des régions qui ne leur convenaient pas et actuellement on trouve, dans les cultures indigènes de chaque zone climatique, des espèces spéciales hautement adaptées. Les régions de grande forêt ont surtout des espèces vivaces, semi-arborescentes à graines nues ; dans la zone soudanaise on rencontre presque exclusivement le *G. punctatum* à graines vêtues et très proche parent du Upland américain. Il tend à se répandre dans tout le vaste territoire compris entre la forêt et le désert et allant de l'Atlantique au Tchad, territoire que nous avons nommé il y a quelques années le « cotton belt africain. »

Pendant plusieurs siècles, les habitants des Empires noirs soudanais, installés dans ce pays et parvenus à leur apogée, ont produit, tissé et teint le seul textile qu'ils utilisaient pour se vêtir : le coton ; leurs tissus étaient même apportés par les caravanes jusque dans l'Afrique du Nord et sur les confins du Bassin du Nil. N'est-il pas curieux de constater que ces mêmes Noirs qui surent donner à la culture du Cotonnier dans leur pays un grand développement, transportés en Amérique comme esclaves, furent aussi les principaux artisans de la même culture sur le continent découvert par Christophe Colomb? Il y a du reste longtemps que l'on a songé pour la première fois à utiliser en France le Coton produit par l'Afrique tropicale.

En 1818, Poiret, continuateur de l'œuvre botanique du grand Lamarck, écrivait ces lignes : « L'Afrique. quoiqu'elle contienne beaucoup de terres favorables à la culture du Cotonnier, fournit peu de coton au commerce. On a souvent vu au Sénégal et à Sierra-Léone de très beaux cotons apportés de l'intérieur par ceux qui font la traite des nègres ; le plus estimé est celui que produit le Dahomey avec une très belle teinte dorée...

« Les agriculteurs qui réussiraient à en propager la culture mériteraient d'être encouragés et secondés. Si elle pouvait se réaliser elle serait infiniment avantageuse au commerce et à la prospérité publique. Mais ce genre de culture demande des soins particuliers et des essais très multipliés si l'on veut en assurer le succès » (1). Ces sages conseils donnés il y a plus d'un siècle, alors que notre empire africain n'existait pas, ne sont-ils pas à méditer aujourd'hui?

Il n'est pas douteux que la grande région qui constitue actuellement l'Afrique occidentale française produisait plus de coton au milieu du XVIII^e^ siècle que n'en fournissait alors le « cotton belt » américain, mais en Afrique cet extile était consommé sur place. Quand nous avons occupé la boucle du Niger, il y a une trentaine d'années, les champs de coton tenaient encore une place sérieuse dans les cultures indigènes. Le général de Trentinian qui gouvernait le Soudan français en 1898 fut frappé par l'étendue de ces cultures. Il décida de faire étudier par une mission de spécialistes, dont nous avons eu l'honneur de faire partie, les principales ressources du pays et spécialement le coton, afin de déterminer si cette denrée pouvait être utilisée en France. Nous avons, dès cette époque, au cours d'une année de recherches, parcouru tout le Soudan français afin d'examiner les régions qui convenaient le mieux au Cotonnier et pour déterminer les améliorations qui pouvaient être apportées à la technique culturale indigène. M. E. Fossat, expert en cotons au Havre, fut chargé en même temps d'examiner sur place le textile produit par les indigènes, et il reconnut que le coton du Soudan, à condition d'être bien récolté et soigneusement égrené, pouvait trouver son emploi dans les filatures françaises. Malheureusement, la politique coloniale française était alors très changeante et le Soudan n'était point populaire. A la fin de 1899, cette colonie fut disloquée et pour

(1) Dict. Sc. Nat., t. XI, 1818, pp. 35-49.

Digitized by Google

plusieurs années la consigne fut de parler le moins possible de ce pays, dans les différents milieux.

Pourtant, en novembre 1901, il me fut donné d'exposer devant la Société de Géographie de Paris les observations que nous avions faites dans la boucle du Niger, notamment celles qui concernaient la possibilité de développer la culture cotonnière. Quelques jours après cette conférence, je recevais la visite d'une des personnalités les plus marquantes du commerce des tissus de coton en France, M. Esnault-Pelterie. Ému par les hauts prix qu'avait atteints la matière première textile en Europe, il était à la recherche de pays qui pourraient approvisionner le marché français. Il conçut l'espoir de voir nos colonies d'Afrique produire en peu de temps le coton dont l'industrie française avait besoin, les observations faites par la Mission de Trentinian l'ayant vivement intéressé.

FIG. 85. — Eugène Poisson (1872-1910), le pionnier de la culture du Cotonnier au Dahomey.

Il réussit à faire partager sa conviction à un grand nombre de filateurs et de tisseurs qui se groupèrent autour de lui pour fonder, en 1902, l'Association cotonnière coloniale. Une enquête fut aussitôt entreprise dans nos différentes colonies et, dès 1903, l'Association décidait de porter son principal effort en Afrique occidentale et spécialement au Sénégal, au Soudan et au Dahomey. Pour remplir une tâche aussi vaste, il eût fallu des hommes et de l'argent. L'Association cotonnière ne trouva malheureusement peu. Il convient cependant de mettre en relief les efforts accomplis par deux de ses agents, l'un, Eugène Poisson, chargé d'intensifier la culture au Dahomey, mort à la tâche en 1910, après avoir créé les premières égrèneries ; l'autre, Level, chargé du Soudan et qui venait de faire, en 1913, les premières installations d'égrenage et de dégager les méthodes de culture. Mais la guerre allait tout désorganiser ; Level notamment y trouva une mort glorieuse.

Ces deux hommes ont été véritablement les pionniers de l'exploitation cotonnière en Afrique Occidentale Française. L'un et l'autre eurent à vaincre les difficultés inhérentes à tous les débuts, difficultés encore plus grandes dans les pays nouveaux. Ils accomplirent leur tâche avec une énergie qui n'eut d'égale que leur grande simplicité et leur admirable désintéressement. E. Poisson, grâce à son ascendant sur les indigènes, parvint à intensifier, de 1904 à 1910, la culture du Cotonnier dans le Bas et le Haut Dahomey, où il créa cinq usines d'égrenage. Il fonda en outre, à Cotonou, dès 1909, la première usine qui ait existé dans le monde pour l'extraction de l'huile des fruits du Palmier Elæis.

L. Level se consacra de 1906 à 1914 à développer la culture du Cotonnier dans le Moyen-Niger. Dans ce but, il distribua des graines sélectionnées, dégagea les principes de la culture en dry-farming au Soudan et passa des contrats avec les indigènes, les incitant à étendre leurs champs de coton, tâche d'autant plus ingrate qu'à l'époque cette culture n'était point rémunératrice, même pour des Noirs, Il créa les trois premières usines d'égrenage du Soudan, installées à Ségou, à Mpésoba et à San. Parti aux armées au début de la guerre, le lieutenant Level fut tué en Artois en septembre 1915. Ces deux admirables Français n'eurent d'autre ambition que d'être utiles à leur pays et il est très probable que si leur œuvre n'eût pas été interrompue par la fatalité, la culture cotonnière serait aujourd'hui beaucoup plus développée en Afrique occidentale. Leur haut sentiment du devoir, leur esprit colonisateur dans le sens le plus noble, leur remarquable activité doivent être donnés en exemple aux colons d'aujourd'hui et à ceux de l'avenir.

Au temps où s'était fondée l'Association cotonnière, M. Roume, gouverneur général de l'Afrique occidentale, avait créé de son côté un Service d'Agriculture, dont la tâche principale était de développer la culture cotonnière. On a parfois reproché aux techniciens de ce service de n'avoir obtenu que de faibles résultats. Il eût été bien étrange qu'il en fût autrement : le pays manquait de centres d'égrenage et d'achat et aucun groupement financier sérieux ne s'était intéressé à la

Digitized by Google

question. Cependant, à la veille de la guerre, sous l'ardente impulsion de Poisson, le Dahomey parvenait à exporter quelques centaines de tonnes de coton et le Soudan en fournissait quelques dizaines de tonnes. Je dois dire toutefois que les cultivateurs indigènes n'y trouvaient pas leur compte. Toutes les autres cultures soudanaises étaient plus rémunératrices. C'est également à la suite des essais faits par un technicien des services agricoles du Soudan, M. Vitalis, sous la direction de M. J. Vuillet, aux environs d'El-Oualadji, que l'attention fut attirée sur la culture irriguée. Il a fallu les hauts prix atteints par le coton au lendemain de la guerre pour que cette culture devienne enfin intéressante. l'Association cotonnière s'est reconstituée ; elle a repris son programme d'action et de propagande. Elle a pu se créer récemment de nouvelles ressources, d'une part en obtenant une subvention provenant de la liquidation du Consortium du coton, d'autre part en demandant aux industriels français une contribution bénévole de 1 franc par balle de coton importée de l'étranger, contribution encore modeste puisqu'elle représente environ 1 /300e du prix d'achat de la matière brute importée chaque année en France. Le Président de l'Association, M. Waddington, s'est rendu au cours de l'année 1923-24, au Sénégal, au Soudan et jusque dans la Boucle du Niger. Il a pu se rendre compte sur place de la grandeur de l'œuvre à accomplir et mieux que personne il sait combien importe sa réalisation. L'Administration coloniale elle-même s'est mise à la tâche : quelques champs d'expériences ont été créés, un vaste programme d'irrigation conçu par M. Bélime, puis étudié en détail par une mission de spécialistes, a retenu l'attention du Gouvernement général de l'A. O. F. (1). Mais jusqu'à ce jour, les plus remarquables résultats ont été obtenus par l'initiative privée. Un banquier, M. Marcel Hirsch, a créé, en 1920 la Compagnie de culture cotonnière du Niger qui s'est installée à Diré, dans la région de Tombouctou, aux confins du Sahara, à 1.800 km. de la côte, pour y faire la culture irriguée du coton égyptien. Cette Société possède déjà dans son centre principal 2.500 hectares défrichés, nivelés, canalisés, 76 km. de canaux, 22 km. de routes, 1.000 chevaux de force motrice, des pompes pouvant fournir 3.000 litres d'eau à la seconde, enfin les installations pour ùn personnel de 20 Européens et 2.500 travailleurs indigènes. En 1923, 1.000 hectares de coton ont été ensemencés et 500 hectares recépés ; le rendement total a été d'environ 300 tonnes de coton égrené, qui comme qualité est près de valoir les plus belles sortes d'Égypte.

Quelques colons ont créé aussi au Soudan depuis 3 ou 4 ans diverses fermes de moyenne importance où ils se livrent à la culture du coton sans irrigation, mais les résultats fournis par ces fermes sont jusqu'à ce jour insignifiants. D'autres entreprises sont en train de s'installer dans la Haute-Gambie, à la Côte d'Ivoire et au Dahomey.

En 1923, l'exportation du coton de l'Afrique occidentale (Togo exclus) a été de 1.200 tonnes. On pense qu'elle a pu dépasser 2.000 tonnes en 1924. La très grande majorité de ce coton est produite par les cultivateurs indigènes qui doivent en outre suffire à la consommation locale (filature et tissage familial indigène) en voie d'extension.

On voit que le rêve de Poiret, du général de Trentinian, de M. Esnault-Pelterie n'est pas encore près de sa réalisation. Pourtant le travail est amorcé, mais une tâche considérable reste à poursuivre.

Auguste CHEVALIER,

Chef de la Mission permanente d'Études des Cultures et jardins d'essais coloniaux, Directeur honoraire de l'Institut scientifique de Saïgon.

(A suivre.)

(1) Les projets d'irrigation de la vallée du Moyen-Niger et les essais d'acclimatement des Cotonniers américains au Soudan français. Premiers résultats des essais du Dr R. H. Forbes. *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture coloniale*, n° de janvier 1925, pp. 31-50.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La déviation des rayons lumineux au voisinage du Soleil et la théorie de la relativité. — Parmi les vérifications expérimentales qu'on a proposées des théories relativistes, l'une des plus directement accessibles est la déviation qu'éprouve un rayon lumineux dans un champ de gravitation intense. Si l'on observe la direction d'une étoile, d'abord la nuit, ensuite quand le Soleil est arrivé dans son voisinage, on doit, d'après la théorie de la relativité, constater une différence de direction ; la déviation doit être 1,75 seconde d'arc au voisinage du Soleil et diminuer, à mesure que la distance augmente, en raison inverse de la distance du rayon lumineux au centre du

Digitized by Google

Soleil ; à une distance de 2°, elle n'est plus que de 0,2 seconde d'arc. Toutefois la déviation des rayons lumineux est encore assez grande pour pouvoir être établie par des mesures astronomiques exactes et, par suite, ce phénomène permet à l'astronomie de contribuer, dans une large mesure, à élucider les problèmes de la théorie de la relativité. Si l'énergie lumineuse obéissait à la loi de la gravitation de Newton et non à celle d'Einstein, la déviation n'atteindrait que la moitié des valeurs précédentes. Par conséquent, les mesures peuvent résoudre nettement la question de la validité de la théorie de la gravitation d'Einstein.

M. Kopff (*Scientia*, juin 1924) rappelle les expériences faites antérieurement aux théories relativistes pour déterminer la déviation d'un rayon lumineux au voisinage du Soleil et il étudie les phénomènes qui pourraient produire cette déviation et masquer ou simuler l'effet Einstein.

La discussion exacte des variations de hauteur du pôle avait montré, qu'outre les termes variables dépendant du lieu de l'observation, il existe un terme d'une valeur égale pour toutes les stations, ne variant qu'avec le temps, le terme Kimura, ou terme *z*, dont on essaya de différentes manières d'expliquer la présence. Dans un travail intitulé « Le phénomène de Kimura et la réfraction annuelle des étoiles fixes », L. Courvoisier a émis l'hypothèse que le Soleil est entouré d'un milieu réfringent très étendu, qui dévierait les rayons lumineux venus des étoiles, et cela dans une mesure variable, la grandeur de la déviation dépendant de la distance sphérique qui sépare les étoiles du Soleil. Ce seraient ces déviations qui seraient cause de l'existence du terme *z* observé. Des recherches de B. Nanach, il résulte que le terme Kimura est dû à des perturbations éprouvées par la lumière dans l'atmosphère terrestre. Des astronomes japonais, Sh. Shingo, Yamamoto, Sotome, attribuent aussi le nombre *z* à des causes semblables. Malgré cela, le problème de la réfraction annuelle ou cosmique n'a pas disparu de l'astronomie.

Les différentes recherches de L. Courvoisier ont montré que, indépendamment des variations de la hauteur du pôle, il y a de petites variations des positions sphériques des étoiles : les étoiles qui se trouvent au voisinage du Soleil paraissent légèrement repoussées et cela d'autant plus qu'elles en sont plus près. A l'aide d'observations des ascensions droites de α du Taureau et de α du Lion, on a obtenu, par exemple, pour une distance moyenne au Soleil de 16° et de 23° respectivement, un écart de 0,27 et de 0,28 seconde d'arc. Pour une distance angulaire au Soleil de 90°, la réfraction annuelle n'est plus qu'à peine décelable.

Pour expliquer ce phénomène, on peut penser à une véritable déviation de la lumière stellaire par une atmosphère entourant le Soleil. Mais une pareille atmosphère posséderait nécessairement une densité très considérable et opposerait une forte résistance au mouvement des planètes et des comètes ce que ne révèlent pas les observations faites sur les mouvements des comètes.

Une autre interprétation du phénomène de la réfraction annuelle paraît beaucoup plus naturelle. Les mesures de position des étoiles peuvent être influencées par des erreurs systématiques, notamment par la différence de température des instruments la nuit et le jour. Ainsi, d'après Kienle, la réfraction serait loin de manifester la régularité qu'elle paraissait d'abord posséder et ne présenterait pas de période annuelle marquée.

La théorie de la relativité ne peut pas expliquer les résultats observés sur la réfraction annuelle car, d'après elle, pour une distance au Soleil d'un petit nombre de degrés, la valeur de la déviation de la lumière tombe à des grandeurs trop petites pour être décelées, tandis qu'à 10 degrés de distance les observations donnent encore 0,4 seconde d'arc pour la réfraction cosmique.

Les problèmes à résoudre sont les suivants : l'effet Einstein exigé par la théorie de la relativité existe-t-il ? L'effet Courvoisier existe-t-il en même temps, ou bien n'existe-t-il pas du tout photographiquement et est-il dû à des erreurs systématiques des observations faites dans le méridien ? Les observations faites lors des éclipses totales de Soleil de 1919 et 1922 semblent favorables aux théories d'Einstein, encore que les conclusions n'aient peut-être pas toute la certitude qu'on leur a parfois attribuée. La réfraction annuelle se superposerait à l'effet Einstein sans pouvoir, en aucun cas, en rendre compte : « Ce qu'il y a de plus probable, conclut M. Kopff, c'est que la réfraction annuelle est due à des erreurs systématiques des observations diurnes faites dans le méridien. D'autre part, les déplacements des étoiles observées pendant les éclipses, au voisinage immédiat du Soleil, sont en accord très satisfaisant avec les valeurs exigées par la théorie de la relativité ».

A. Bc.

Physique du Globe

Les origines de l'Hypothèse de la dérive des continents. — Dans le numéro de septembre dernier de la *Revue Scientifique*, M. Jacques Bourcart, préparateur de Géographie Physique à la Sorbonne, a signalé comment les travaux de M. R. Mantovani, parus de 1889 à 1909, constituaient une antériorité à Wegener...

Nous croyons devoir faire observer, à notre tour, que Mantovani lui-même a fort bien pu puiser son idée dans la littérature. Nous lisons, en effet, un exposé bref mais net et indiscutable, de la théorie de la dérive des continents dans l'ouvrage de A. Snider (Pellegrini) intitulé : « La Création et ses Mystères dévoilés », *Paris*, 1859, chez Franck et Dentu.

Entre les pages 314 et 315 on verra deux cartes montrant la disposition probable des continents avant et après la dérive. Elles contiennent des détails d'observation que l'on retrouve aujourd'hui chez Wegener. Snider n'était pas un savant, mais plutôt un illuminé, un intuitif remarquable. Le long et étrange sous-titre de son ouvrage a sans doute éloigné le lecteur scientifique. Mais combien d'hypothèses ingénieuses, acceptées aujourd'hui par le monde savant, ne trouve-t-on pas dans les travaux des occultistes et écrivains spiritualistes antérieurs.

Jean Gattefossé,
Ingénieur-chimiste.

Géologie

La Géologie de la Chine centrale. — Nos connaissances géologiques sur la Chine centrale, notamment sur l'Ordos, qu'entoure la vaste boucle du Fleuve Jaune fermée par la Grande Muraille, et sur le Gobi, ont fait dans ces dernières années de grands progrès, grâce à la mission du Père Teilhard de Chardin, professeur à l'Institut catholique de Paris, et à l'expédition de R. C. Andrews, de l'*American Museum of Natural History* de New-York. Un certain nombre de découvertes sont dues aussi à l'activité du jeune Service Géologique de Chine auquel collaborent des savants norvégiens comme Anderson, américains comme Grabau, à côté des directeurs de nationalité chinoise, MM. Ting et Wing.

Digitized by Google

Dans la Chine centrale, comme l'avait déjà bien mis en relief Suess, l'Archéen très métamorphisé (granites, gneiss), est largement développé et énergiquement plissé. Sur ce terrain, vient en discordance très accusée un premier terme moins métamorphique, la série de Wi tai, composée de micaschistes, de grès et de marbres, terrain dont les strates n'ont pas subi de pressions tangentielles aussi violentes que celles du substratum. Un terme plus élevé correspondant au moins à une partie de notre Algonkien, le *Sinien* des géologues chinois, offre à sa base une nouvelle discordance mais reste à peine ondulé. Ce Sinien, généralement très silicifié, est constitué surtout vers le bas par des granites, tandis qu'il comprend en haut principalement des phtanites. Au-dessus vient, toujours en concordance, le Cambrien très fossilifère, puis l'Ordovicien à *Actinoceras*, enfin le Gothlandien, ces trois systèmes constitués par des sédiments également très peu plissés.

Une grande lacune s'observe ensuite dans la série sédimentaire. Elle correspond à tout le Dévonien. Cette lacune me paraît devoir être rapprochée de celle récemment admise par les géologues du Congo belge. On aurait ainsi au cœur des boucliers sinien et éthiopien la série marine se terminant par le Silurien final séparée par une importante discordance de la série presqu'exclusivement continentale débutant avec le Carbonifère. Ainsi les régions de plus ancienne consolidation des vieux continents plissés pendant le Précambrien n'auraient plus été le théâtre par la suite de très grands phénomènes de plissements, mais auraient subi une simple phase de bombement entraînant leur émersion à la fin du Silurien.

Les couches qui surmontent directement l'Ordovicien dans l'Ordos sont constituées par du Carbonifère marin que recouvrent des grès avec houille stéphanienne, grès qui correspondent au Carbonifère supérieur et au Permien.

Une nouvelle importante lacune séparerait l'Anthracolithique des grès et schistes du Jurassique ou du Crétacé inférieur à Végétaux, sédiments d'anciennes lagunes peuplées de Ganoïdes. Il y aurait donc eu un second bombement avant le Jurassique ou le Crétacé inférieur. On aurait en Chine, me semble-t-il, un équivalent de notre Purbeckien-Wealdien qui, on le sait, a été précédé dans nos contrées de mouvements orogéniques d'une certaine importance : ce sont ces mouvements tangentiels de la fin du Jurassique qui ont donné naissance à la *Chaîne cimbrique* ou *cimmérienne* depuis la Scanie et les Pays-Bas par la Basse-Allemagne et la Pologne occidentale jusqu'à la Bukovine.

Enfin une dernière phase orogénique sépare dans la Chine centrale ce Jurassique des couches à Dinosauriens récemment découvertes par la mission américaine au Nord du désert de Gobi. Ce nouvel ensemble comprend à la base la formation de Dja-doch-ta, où ont été découvertes les formes ancestrales des Cératopsides américains, notamment *Protoceratops Andrewsi*, Dinosaurien de 0 m. 16 dont on connaît le squelette complet et les pontes. Les géologues américains font de cette formation du Crétacé inférieur, mais on pourrait tout aussi bien la placer dans un terme plus élevé de ce système, car en Amérique les Dinosauriens cératopsides débutent seulement avec *Eoceratops* de la Belly River, formation qui est synchronique de notre Sénonien moyen (Crétacé supérieur).

Si, comme je suis tenté de le croire, les couches à *Protoceratops* sont seulement du Crétacé moyen, on aurait, dans le centre de l'Asie, une époque de plissements correspondant à la phase andine de l'Amérique du Sud, de

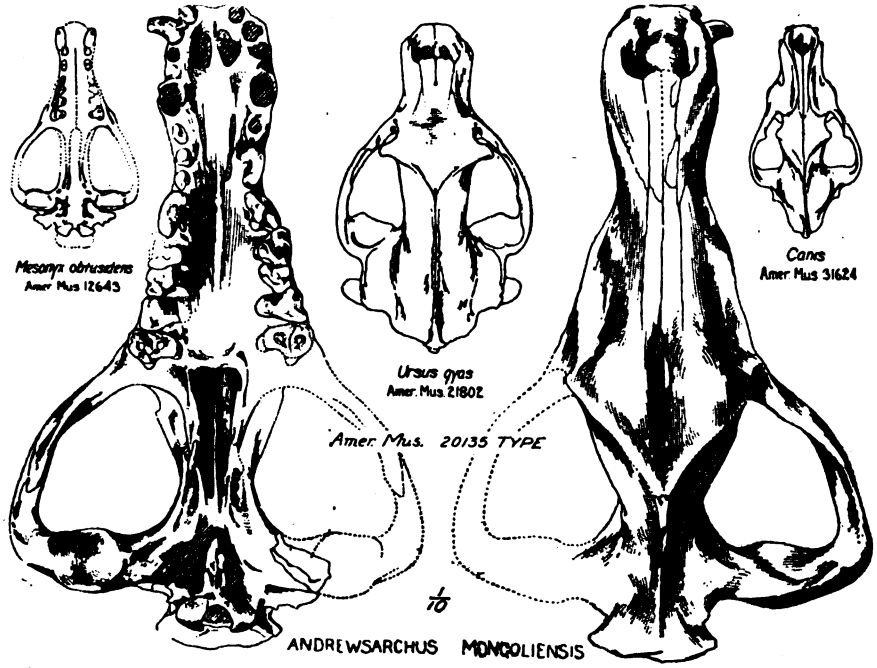


FIG. 86. — *Andrewsarchus Mongoliensis*. Gigantesque créodonte de l'Eocène supérieur de Mongolie : crâne comparé à ceux de divers carnivores vivants ou fossiles.

Madagascar, etc., qui se retrouve en Europe, non seulement comme période prémonitoire des grands mouvements pyrénéens, mais aussi comme maximum d'accentuation de poussées récentes ayant affecté le Sud de la bordure du bouclier Baltique et l'Ouest de celle de la plateforme Russe.

Il y a continuité parfaite en Mongolie, au-dessus des couches à *Pentaceratops*, de l'Ashile formation à *Psitta-*

Digitized by Google

ccsaurus mongoliensis, l'Ondai Sair formation à *Protiguanodon mongoliense*, l'Iren Babasu formation qui, riche en *Ceratops* ou *Triceratops*, etc. termine le Crétacé. L'Éocène inférieur ne semble pas fossilifère; l'Éocène supérieur d'Irdin Manha est remarquable par un Carnivore archaïque gigantesque, le Créodonte mésonychidé *Andrewsarchus mongoliensis;* le niveau éocène plus élevé de Shara muru est caractérisé par *Protitanotherium mongoliense;* l'Oligocène d'Ardyn Obo renferme un Rhinoceroïdien, *Cadurcotherium ardynense;* le Miocène d'Houldjin et d'Hsanda Gal recèle les restes de l'énorme *Baluchitherium Grangeri* autre Rhinocéroïdien, trois fois plus grand que le Rhinocéros actuel.

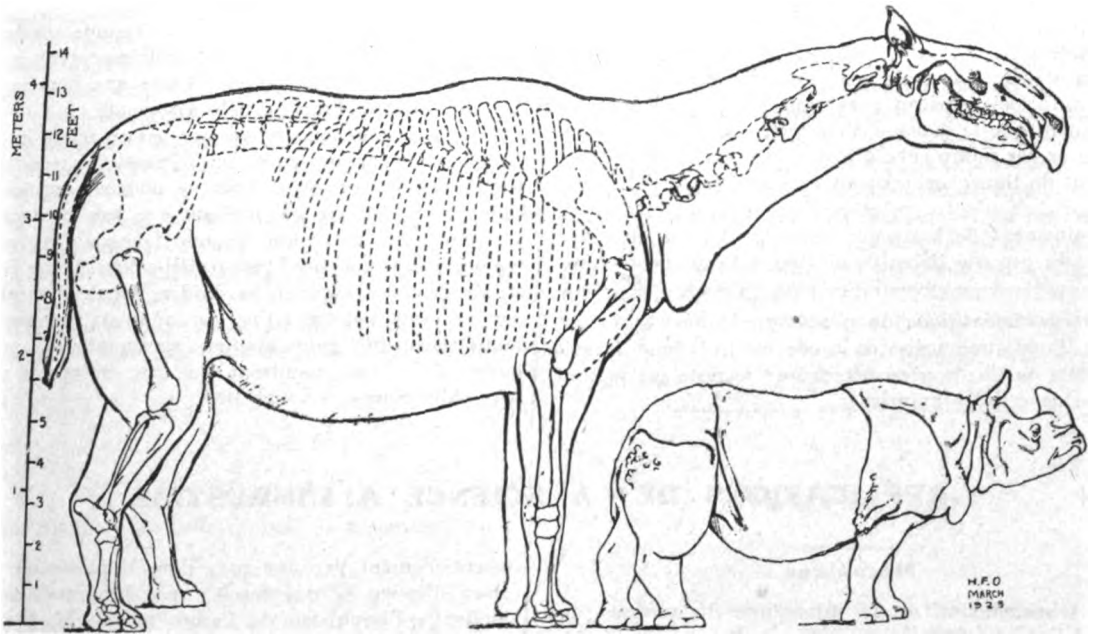


FIG. 87.— *Baluchitherium Grangeri.* Rhinocéroïdien géant de Mongolie : squelette comparé au Rhinocéros actuel.

Le Pontien et le Pliocène de l'Ordos ont fourni au Père Teilhard de Chardin des données extrêmement intéressantes. Ces deux systèmes sont représentés là par les « Terres Rouges » qui correspondent, après une courte phase torrentielle, à un régime de ruissellement lent, mais constant, s'étendant à une grande zone de prairies à faune pontienne d'*Hipparion*, Giraffidés, etc. Une reviviscence de l'érosion marque l'extrême fin du Pontien avec dépôt de conglomérats à poupées et écailles d'œufs d'Autruches (Struthiolithes), précédant le dépôt de sables et graviers à Rongeurs et *Tragulus* du Pliocène.

Le Quaternaire débute par un puissante régénération du modelé accompagné du ravinement des Terres rouges et du dépôt des « Terres Jaunes », comprenant d'abord des conglomérats, puis des sables à Limnées et à Planorbes, enfin les couches massives à *Helix* du grand loess du Chensi septentrional : formation subaérienne, peut-être éolienne, à grain très fin, sans le moindre caillou, se débitant en prismes. Les conglomérats de base du loess renferment des nodules phosphatés avec têtes de Rongeurs (*Myospalax*) et des quartzites paléolithiques.

Le loess aurait formé une pénéplaine dominant jadis de 150 m. en moyenne le plateau de l'Ordos, de plus de 200 m. donc le thalweg actuel du Fleuve Jaune. Au Nord-est de l'Ordos on voit le loess passer à des couches sableuses, fluviales ou peut-être plutôt éoliennes du Sjara osso gol, qui se lient à une formation tourbeuse d'un vieux sol de steppe. Les quartzites taillés accompagnent sur un tel sol un extraordinaire amoncellement d'os brisés d'animaux, sans doute des restes de cuisine. De nombreux Mammifères se sont enlisés dans cet ancien marécage surtout des Hémiones, mais aussi des Rhinocéros à narines cloisonnées et des Mammouths. L'association de ces animaux avec des Chameaux, Gazelles, Autruches à faciès tropical révèle un climat à la fois humide et chaud, complètement soustrait aux actions météorologiques des grands glaciers qui s'étendaient alors en Europe. Nous avons bien là une nouvelle confirmation de ce qu'au Quaternaire les grandes extensions glaciaires, si développées de part et d'autre de l'Atlantique Nord, se réduisent progressivement quand on s'avance vers l'ouest ou vers l'est pour arriver à n'être plus guère sensibles, à altitude et latitude égales, du côté du Pacifique (1). L. JOLEAUD.

Chimie

L'ammoniac de synthèse en Italie. — Les usines créées par Rossi pour l'oxydation directe de l'azote sont aujourd'hui fermées et, en Italie comme en France, l'industrie s'oriente de plus en plus vers la synthèse de l'ammoniac. Le procédé Casale, né en Italie pendant la guerre, s'est beaucoup développé depuis.

L'usine de Nera-Montuoro près de Terni produit de 7 à 8 tonnes de NH^3 par jour sous forme de sulfate et à Meran dans le Trentin on construit une installation qui sera capable de produire 30 tonnes. Les grands Établissements de Montecatini (le Saint-Gobain italien) ont préféré le procédé Fauser. Une première usine de 2 tonnes 1/2 fonctionne actuellement, elle sera progressivement agrandie jusqu'à produire journellement 10 à 12 tonnes.

Comme nul n'est prophète en son pays, tandis qu'un important consortium français s'occupe de l'exploitation

(1) Les figures sont extraites de « *American Museum Novitates* ».

Digitized by Google

des brevets Casale (1), le procédé Georges Claude fonctionne à Bussi, non loin de Rome, sous les auspices d'une société italienne inspirée par l'ingénieur Toniolo qui, depuis plus de dix ans, a consacré son activité et sa haute compétence au problème de la fixation de l'azote.

La production actuelle est de cinq tonnes. L'hydrogène est obtenu par électrolyse (2). Ce mode de préparation est du reste le seul employé en Italie, pays complètement dépourvu de houille mais où l'énergie électrique vaut o',08 à o',10 (soit environ 2 centimes or le K.W.H). En ne comptant que la dépense d'énergie, cela ferait 13 à 15 centimes or par mètre cube d'hydrogène. Une petite partie seulement de l'oxygène pouvant être utilisée, la valeur de ce sous-produit n'entre guère en ligne de compte. Ce prix est certainement de beaucoup supérieur à celui de l'hydrogène du procédé Haber-Bosch (gaz à l'eau) ou du procédé Claude (gaz de fours à coke), mais il faut tenir compte du fait que le gaz obtenu par électrolyse est d'une pureté parfaite, ce qui simplifie singulièrement l'installation en dispensant de toute purification. C'est ainsi que les cellules anglaises Knowles utilisées à Bussi produiraient de l'hydrogène à 100 %.

Comme d'autre part cette usine compte oxyder une partie de son ammoniac en acide nitrique et nitrates par le procédé de Hoechst, il en résulte que l'ensemble de l'installation sera Franco-Anglo-Allemande.

On voit que nos voisins ne sont pas en retard et ont su s'adapter aux circonstances en utilisant les richesses hydrauliques de leur pays. Nous ne pouvons que leur souhaiter bonne chance en espérant que leur production de blé, qui n'est guère que de une tonne à l'hectare, soit rapidement accrue par l'usage méthodique d'engrais azotés et atteigne de nouveau les chiffres fabuleux mentionnés par les vieux auteurs latins. Les résultats récemment obtenus dans différentes stations agronomiques, en particulier à Pérouse, montrent que ces espérances ne sont pas chimériques.

L. H.

(1) *Revue Scientifique* du 9 août 1924.

(2) A Bussi, une usine de soude électrolytique fournit une partie de l'hydrogène nécessaire; le reste est produit à l'aide de cellules knowles.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

La transmission de la puissance du moteur aux roues des automobiles. — Nous avions indiqué, l'an dernier, en rendant compte des nouveautés du Salon de l'automobile, l'intérêt que présenterait la suppression des boîtes de vitesse et leur remplacement par un mécanisme automatique susceptible de proportionner, à chaque instant, la vitesse des roues au couple résistant (et très variable) venant des réactions de la route. Cette autorégulation faciliterait la conduite de la voiture, notamment dans les côtes, conduirait à une diminution de la dépense d'essence et accélérerait les démarrages; cela sans compter d'autres avantages comme le silence, le confort, la sécurité, ainsi que la prolongation de la vie du moteur, lequel ne pourrait ainsi, ni s'emballer, ni dépasser son régime normal de puissance, ni chauffer dans les côtes.

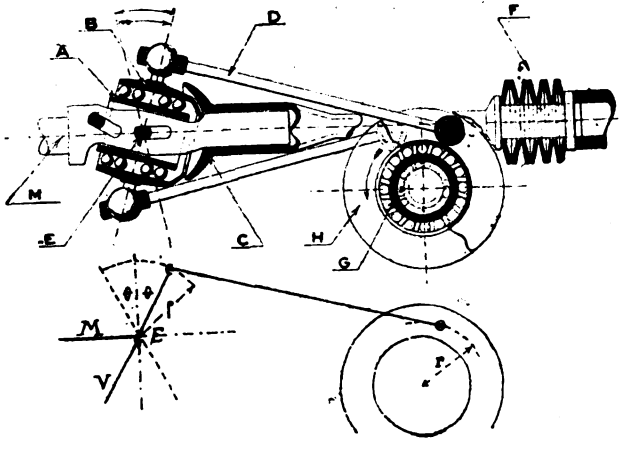


FIG. 88. — En haut, schéma du dispositif D. S. de Lavaud. — En bas, calcul des conditions d'équilibre.

Nous ne décrirons pas de nouveau le mécanisme D. S. de Lavaud défini par le schéma (fig. 88). Il est constitué essentiellement par une roue libre H placée sur le manchon d'essieu G qui reçoit, par l'intermédiaire d'une bielle D, l'impulsion de l'arbre moteur M. L'amplitude de chaque impulsion est réglée par l'inclinaison d'un plateau B.

Il est intéressant d'analyser à l'aide de la fig. 88, le fonctionnement du dispositif :

a) lorsque la vitesse ω du moteur reste constante;

b) lorsque la vitesse du moteur varie.

a) Soit θ l'inclinaison du plateau, inclinaison qui ne peut dépasser 16°, ce qui va nous permettre, sans erreur sensible, de négliger les termes en θ^3.

ω étant la vitesse de l'arbre-moteur M est aussi la vitesse de la projection V de l'axe de cet arbre dans le plan moyen P du plateau. Le mouvement de la couronne est une rotation de vitesse angulaire uniforme $\omega \sin\theta$ autour de V. Chacune des têtes de bielle, fixée à une distance ρ du centre du plateau, prend une vitesse maximum au moment de son passage dans le plan normal à l'axe moteur mené par le centre du plateau.

Cette vitesse maximum $\omega\rho \sin\theta$ détermine celle de l'arbre résistant. Avec une roue libre de rayon r, le rapport de démultiplication est :

$$D = \frac{r}{\rho \sin\theta}.$$

De sorte que pour un couple-moteur c, l'effort de traction transmis aux rondelles F d'automaticité (fig. 88) est :

$$\frac{c}{\rho \sin\theta}.$$

Les forces d'inertie gyroscopiques et le mouvement simultané des bielles et des roues libres se réduisent à un couple constant, proportionnel à $\sin\theta$ et tendant à incliner le plateau, couple qui ne transmet aucun effort à l'arbre résistant mais qui exerce seulement, sur les rondelles F, un effort proportionnel à $\omega^2 \sin\theta$ dans le sens opposé à l'effort de traction transmis par les bielles D.

La réaction résultante sur les rondelles est ainsi :

$$\frac{c}{\rho \sin\theta} - K\omega^2 \sin\theta$$

Digitized by Google

et l'on peut constater que si le couple-moteur et la vitesse angulaire ω demeurent invariables, il suffit que le paramètre θ puisse varier avec l'aplatissement élastique des rondelles pour satisfaire à la relation qui vient d'être écrite.

Ainsi les réactions du système élastique équilibrent toujours les efforts.

La vitesse angulaire ω du moteur est maintenue sensiblement constante. A-t-elle tendance à diminuer ? Les efforts d'inertie s'abaissent, la réaction des rondelles devient prépondérante, le plateau se redresse, augmente la démultiplication : le moteur, ainsi soulagé, reprend sa vitesse normale.

b) Mais, par réduction des gaz, il est possible de modifier le couple-moteur de c à c'.

La diminution de l'effort de traction transmis aux rondelles doit être compensé par une diminution égale de l'effort dirigé en sens contraire, ce qui oblige à une diminution de la vitesse angulaire de ω à ω' telle que :

$$\frac{c}{\rho \sin\theta} - \frac{c'}{\rho \sin\theta} = K \sin\theta \,(\omega^2 - \omega'^2)$$

d'où :

$$\omega'^2 = \omega^2 - \frac{c - c'}{K\rho \sin^2\theta}$$

ou encore, en introduisant le rapport de démultiplication D

$$\omega'^2 = \omega^2 - \frac{\rho\, r^2}{K\, D^2}\,(c - c').$$

En partant de cette dernière formule on peut tracer les caractéristiques (fig. 89) de fonctionnement qui permet-

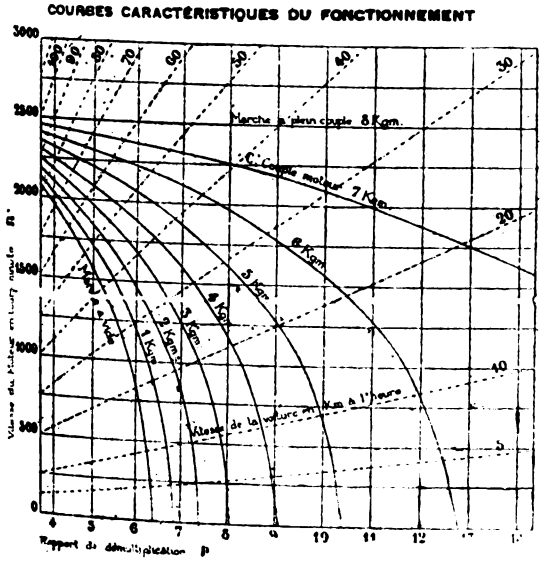


Fig. 89. — Courbes de fonctionnement

tent de déterminer les vitesses angulaires du moteur d'après la valeur du rapport de démultiplication pour une valeur quelconque du couple-moteur c.

Les courbes en question sont des paraboles, l'une d'elles correspondant au couple-moteur c se réduit à la droite $\omega' = \omega$.

***

Les calculs qui précèdent sont évidemment approximatifs car il n'a pas été tenu compte des efforts secondaires et des termes en θ^3, ce qui n'a pas d'importance, puisque le réglage du dispositif doit, en tout cas, se faire pratiquement sur la route et que les calculs ne sont plus nécessaires dès ce moment.

Ce que nous avons voulu montrer, c'est que l'autorégulation se fait à tous les régimes et que la vitesse angulaire du moteur ne peut varier, quel que soit le couple résistant, si le conducteur ne touche pas à la manette d'admission.

Au démarrage, en même temps que l'on ouvre progressivement les gaz, la vitesse du moteur s'accélère automatiquement ainsi que celle de la voiture, jusqu'à la vitesse de régime.

Les expériences ont prouvé qu'il n'y avait aucune oscillation gênante autour des positions d'équilibre.

Avec ce dispositif, on peut penser que les transmissions automatiques sur voitures automobiles vont entrer dans une période de réalisation. Le dernier modèle, établi sous la direction de l'inventeur par la Société de Construction des Batignolles, se présente d'une manière satisfaisante.

Edmond Marcotte.

NOUVELLES

Académie des Sciences russe. — MM. Lacroix, Picard, Roux, Appell et Senart sont nommés membres honoraires.

Congrès français de médecine. — L'Association des médecins de langue française a décidé, dans sa réunion de Bordeaux, que le 18e Congrès se tiendrait à Nancy les 16, 17, 18 juillet prochain, sous la présidence du professeur Simon, professeur à la Faculté de Nancy.

5e Congrès de chimie industrielle. — La Société de Chimie industrielle (49, rue des Mathurins) organise, pour la fin du mois de septembre, le 5e Congrès qui se tiendra cette année à Paris. A la suite de ce Congrès, un voyage aura lieu à Grenoble pour visiter l'Exposition de la Houille blanche et du tourisme ainsi que les principales usines électrochimiques.

Comité de recherches scientifiques de l'utilisation des forces hydrauliques. — Un arrêté (*J. Off.*, 20 janv.), constitue un comité composé de MM. Chagnaud, Goy, A. Borrel, Dauthy, membres du Parlement, MM. Eydoux, Rateau, Chesneau, Gall, Barut, Giros, Marlio, Bouchayer, Lépine, Keller, Rebuffet, Cahen, Kœnigs, P. Janet. Le Comité sera présidé par M. de la Brosse.

Industrie des corps radioactifs. — L'Académie de médecine a constitué une Commission, composée de Mme Curie, de MM. D'Arsonval, Béclère, Broca et Regaud, pour étudier les mesures à prendre pour la protection des ouvriers dans les industries des corps radioactifs.

L'aide aux laboratoires. — La Commission de répartition des 9 millions de la Journée Pasteur et des 3 millions de la souscription du *Matin*, est présidée par M. Emile Picard ; elle vient de publier la liste de cette répartition (3 février). 9 millions sont distribués. Les intérêts des 3 millions du *Matin* seront employés en bourses et allocations pour le personnel des laboratoires. *Physique*, 2.143.000 fr. dont une grande partie servira à la construction d'un puissant électro-aimant, devant rester la propriété de l'Académie des Sciences. *Chimie*, 1.340.000 fr. ; *Astronomie*, 1.150.000 fr. dont 650.000 fr. pour la construction d'une lunette photographique et d'un réflecteur ayant une ouverture de 1 m. 20 ; *Mathématiques*, 160.000 fr. dont 120.000 fr. pour le publication des œuvres de Henri Poincaré ; *Mécanique*, *Sciences naturelles*, *Agrono-*

Digitized by Google

mie, Médecine, 4.207.000 fr. Voici la liste des sommes réparties :

Mathématiques. — Institut de statistique, 40.000 fr. ; publication des œuvres de Henri Poincaré, 120.000.

Mécanique. — Laboratoires de M. Kœnigs, 280.000 fr. ; de Beauvert (près Grenoble), 50.000 ; de M. Camichel (Toulouse), 15.000.

Astronomie. — Lunette photographique à quatre verres et à grand champ, 250.000 fr. ; réflecteur Cassegrain de 1 m. 20 d'ouverture, 400.000 fr. ; Observatoires d'Alger, 25.000 fr., de Besançon, 20.000 fr. ; de Nice, 40.000 fr. ; de Marseille, 30.000 fr. ; de Strasbourg, 25.000 fr. ; de Paris, 50.000 fr. ; de Meudon, 80.000 fr. ; de Ksara (Liban) (pour le transport et l'installation d'un cercle méridien), 10.000 fr. ; de Zikawei (Changhaï), 90.000 fr. ; service international de l'heure, à l'observatoire de Paris, 80.000 fr. ; somme spécialement réservée à M. Bigourdan pour l'étude du retournement des lunettes, 10.000 fr. ; laboratoire spécial (privé) de chronométrie à Besançon, 40.000 fr.

Géographie et navigation. — Section de géodésie et géophysique, 100.000 fr. ; institut de physique du globe (Maurain), 35.000 fr. ; comité national de radiotélégraphie, 20.000 fr. ; Madagascar (observatoire de géophysique), 30.000 fr. ; Martinique (observatoire de géophysique), 30.000 fr. ; laboratoire de géographie physique de la Sorbonne (M. Gentil), 30.000 fr.

Physique — Réservé pour un électroaimant très puissant Coton-Weiss (l'appareil appartiendra à l'Académie), 1.000.000 fr. ; MM. Deslandres et Perot, pour autre méthode relative aux grands champs magnétiques, 100.000 fr. ; École centrale des arts et manufactures, 30.000 fr. ; laboratoire central d'électricité (Janet), 100.000 fr. ; laboratoires de Mme Curie (Sorbonne), 170.000 fr. ; de M. Perrin (Sorbonne), 175.000 fr. ; de M. Brunet, à la Faculté des Sciences de Lille, 50.000 fr. ; laboratoire de M. Abraham (Sorbonne), 120.000 fr. école libre à Montauban (abbé Chatinières), 5.000fr. ; Institut catholique à Toulouse, 10.000 fr. ; Collège de France (Langevin), 25.000 fr. ; Faculté de Montpellier (Cabannes), 40.000 fr. ; Institut catholique de Lyon, 8.000 fr. ; Faculté des Sciences de Marseille (M. Buisson), 38.000 fr. ; Faculté des Sciences de Poitiers (M. P. Reboul), 40.000 fr. ; Faculté des Sciences de Dijon (M. Boutaric), 25.000 fr. ; Laboratoire de M Daniel Berthelot, à Meudon, 20.000 fr. ; Faculté des Sciences de Strasbourg (M. Weiss), 67.000 fr. ; Faculté des Sciences de Grenoble (laboratoires de physique), 60.000 fr. : Laboratoire municipal d'Amiens (M. Stoecklin), 10.000 fr. ; Laboratoire de M. Bénard, à la Sorbonne, 25.000 fr. ; pour les recherches de M. Rossignol, attaché au laboratoire de M. Becquerel au Muséum, 15.000 fr.

Météorologie. — Observatoire du sommet du Puy-de-Dôme (étude physique complète des nuages) sous condition que ce laboratoire reste indépendant (c'est-à-dire ne soit pas rattaché à l'office central), M. Mathias, directeur, 100.000 fr. ; Office national météorologique (étude de l'atmosphère supérieure avec des ballons sondes), 50.000 fr. ; Institut de physique du globe de la Faculté des Sciences de Paris, 40.000 fr.

Chimie. — Traitement des minerais radio-actifs (Mme Curie), 50.000 fr. ; Laboratoires de MM. Urbain, 25.000 fr. ; Blaise, 50.000 fr. ; Lespiau, 50.000 fr. ; Moureu, 25.000 fr. ; Delépine, 25.000 fr. ; Lebeau, 35.000 fr. ; Simon, 30.000 fr. ; Job, 30.000 fr. ; Jolibois, 20.000 fr. ; Behal, 30.000 fr. ; Tassilly, 20.000 fr. ; Copeaux, 20.000 fr. ; Bridel, 25.000 fr. ; Tiffeneau, 15.000 fr. ; Granger, 15.000 fr. ; Freundler, 15.000 fr. ; Mme Ramart, 15.000 fr. ; MM. Tourneux (Besançon), 20.000 fr. ; Dupont (Institut du Pin, à Bordeaux), 30.000 fr. ; Barthe (Bordeaux), 15.000 fr. ; Denigès (Bordeaux), 15.000 fr. ; Chauvenet (Caen), 30.000 fr. ; Thomas (Clermont), 15.000 fr. ; Barbillion (Institut électrotechnique), de Grenoble), 50.000 fr. ; Dejean, papeterie (Grenoble), 50.000 fr. ; Flusin (Grenoble), 15.000 fr. ; Fosse (Lille), 50.000 fr. ; Pascal (Lille), 50.000 fr. ; Tian (Marseille), 15.000 fr. ; Godchot (Montpellier), 40.000 fr. ; Guntz (Nancy), 40.000 fr. ; Petit (Nancy, brasserie), 130.000 fr. ; Muller (Strasbourg), 40.000 fr. ; Hackspill (Strasbourg), 15.000 fr. ; Nicloux (Strasbourg), 60.000 fr. ; Lenoble (Université libre de Lille), 20.000 fr. ; Colin (Institut catholique de Paris), 20.000 fr. ; Palfray (Institut catholique de Paris), 20.000 fr. ; l'abbé Senderens (Institut catholique de Toulouse), 15.000 fr., Olmer (Institut catholique de Paris), 16.000 fr. ; Sabatier (Toulouse), 50.000 fr. ; Vlès (Strasbourg), 30.000 fr.

Géologie et minéralogie. — Laboratoires de MM. Deperet (Lyon), 20 000 fr. ; Kilian (Grenoble), 40.000 fr. ; Kerforne (Rennes), 20.000 fr. ; Barrois (Lille), 30.000 fr. ; Delépine (Lille), 24.000 fr. ; Gaudefroy (Institut catholique de Paris), 22.000 fr. ; Jacob (Toulouse, géologie), 15.000 fr. ; Blayac (Montpellier), 20.000 fr. ; Repelin (Marseille), 15.000 fr. ; Haug (Paris), 50.000 fr. ; Dalloni (Alger), 15.000 fr. ; Cayeux (Paris), 15.000 fr. ; Longchambon (Nancy), 25.000 fr. ; Wallerant (Paris), 22.000 fr.

Zoologie. — Laboratoires de Roscoff (Faculté des Sciences de Paris), 200.000 fr. ; de Banyuls (Faculté des Sciences de Paris), 200.000 fr. ; de Concarneau (Collège de France), 50.000 fr. ; d'Endoume, 50.000 fr. ; de MM. Wintrebert (Paris, histologie), 25.000 fr. ; Caullery (Paris, évolution), 20.000 fr. ; Léger (Grenoble), 20.000 fr. ; laboratoire de zoologie de Toulouse, 20.000 fr. ; laboratoire de zoologie de Lille (groupe de professeurs, faculté libre), 20.000 fr. ; MM. Verneau (anthropologie, au Trocadéro), 15.000 fr. ; Guiart (Lyon), 10.000 fr.

Botanique. — Le Muséum, 450.000 fr. ; Laboratoires de MM. Dangeard, 25.000 fr. ; Molliard, 20.000 fr. ; Institut chérifien, à Rabat (Maroc), 100.000 fr. ; Section des sciences naturelles de la Faculté de Besançon, 10.000 fr. ; Laboratoires de botanique de Toulouse, 10.000 fr. ; de Mirande (Grenoble), 25.000 fr.

Physiologie et médecine. — Laboratoires de l'hôpital libre de Bon-Secours (Paris), 15.000 fr. ; de MM. Scheffer (Strasbourg), 30.000 fr. ; Terroine (Strasbourg), 25.000 fr. ; Lapicque (Sorbonne), 20.000 fr. ; Piéron (Collège de France), 30.000 fr. ; de l'Institut français de Beyrouth (Père Verny), 300.000 fr. ; M. Portier (Sorbonne), 30.000 fr. ; de physiologie et biologie générale (Institut catholique de Paris), 5.000 fr. ; de MM. Teissier (Paris, maladies infectieuses), 30.000 fr. ; Bull et Noguès, (Institut Marey), 20.000 fr. ; Mayer (Paris), 16.000 fr. ; Henneguy (Paris, embryogénie), 20.000 fr. ; Gley (biologie générale), 20.000 fr. ; d'Arsonval, 15.000 fr.

Microbiologie. — Laboratoires de M. Rapin (Nantes), laboratoire départemental, 15.000 fr. ; de M. Aynaud (Eure-et-Loir) demande spéciale du département, 30.000 fr. ; de l'hôpital Sainte-Anne (M. Marie), 10.000 fr. ; de M. Marmier (Institut Pasteur de Lille Laboratoire de bactériologie), 50.000 francs.

Agronomie. — Laboratoires de M. Lefèvre (bombe calorimétrique pour ses recherches), 50.000 fr. ; de M. Alquier (traite des vaches, recherches sur l'alimentation), 25.000 fr.

Biologie générale aux Colonies. — Laboratoires bactériologiques de l'Indochine, 250.000 fr. ; de l'Afrique Occidentale (Dakar, Kindia), 300.000 fr. ; de Madagascar (Laboratoires et recherches), 50.000 fr.

Section Industrielle. — Institut d'optique, 400.000 fr. ; école de perfectionnement industriel (M. Roche), 100.000 fr. ; Laboratoire d'électricité industrielle de la faculté libre de Lille, 10.000 francs.

Les sommes indiquées s'élèvent environ à neuf millions. Il reste un reliquat de quelques centaines de mille francs dont l'emploi sera déterminé à une date ultérieure.

Digitized by Google

La journée des Ingénieurs à Grenoble. — Le Comité de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs a l'intention d'organiser, au cours de l'Exposition Internationale de la Houille Blanche, qui va se tenir à Grenoble pendant l'été prochain, une *Journée de l'Ingénieur*.

Cette manifestation aura pour but de marquer, devant l'opinion publique, le rôle technique et scientifique que les Ingénieurs ont joué et jouent encore dans l'Industrie de l'Électricité et de ses applications.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Albert Ranc, Vice-Président de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs, 13, Avenue de la Grande-Armée, Paris (16e). Le Secrétariat du Comité local est assuré provisoirement par M. Barbillion, Directeur de l'Institut polytechnique, 1, rue du Général Marchand, à Grenoble.

Association française pour l'avancement des sciences. — Conférences de 1925, à 20 h. 30 précises ; dans la grande salle de la Société de Géographie de Paris, 184, boulevard Saint-Germain ; *Jeudi* 5 *Mars*, le Père Pierre Teilhard de Chardin, Professeur de Géologie à l'Institut Catholique, « Le pays des Ordos » (Chine) (avec projections) ; *Jeudi* 12 *Mars*, M. Armand Renier, directeur du Service Géologique de Belgique. « Comment se sont formées les houilles du bassin franco-belge » (avec projections). R. L.

Vie scientifique universitaire

Union nationale des Associations d'étudiants de France (13 et 15, rue de la Bucherie, Paris). — L'Union, qui groupe les 30 Associations générales, vient de publier un appel aux 25.000 étudiants de France, aux anciens étudiants et au grand public, pour l'aider à achever la constitution du capital nécessaire à l'établissement du sanatorium des étudiants uberculeux dont la première pierre a été posée, en octobre dernier, sur le plateau des Petites Roches, à Saint-Hilaire du Touvet (Isère): Altitude 1.100 mètres.

L'État doit participer aux frais de construction jusqu'à concurrence de 50 % du prix du devis, soit 1.300.000 fr. Déjà la somme de 560.000 fr. a été recueillie sous forme de subventions et souscriptions : il reste 1.000.000 fr. à trouver. Les étudiants des Facultés et des Grandes Écoles sont invités à souscrire, à partir de 2 francs, à leurs secrétariats respectifs. Le bureau de propagande est ouvert tous les jours, à l'Institut de Chimie, 1, rue Pierre-Curie, de 14 à 16 heures. Les fonds sont centralisés par M. le Recteur Guy, de l'Université de Grenoble.

Comité consultatif de l'enseignement supérieur. — La Commission des sciences est ainsi composée :

MM. Cavalier, Recteur de l'Académie de Lyon ; Sabatier, Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse ; Borel et Caullery, professeurs à la Faculté des Sciences de Paris ; Depéret, Doyen de la Faculté des Sciences de Lyon ; Bataillon, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier. M. Boitel, Inspecteur général, est adjoint à la Commission.

La Commission de médecine et de pharmacie comprend : MM. Rist, Médecin des Hôpitaux de Paris ; Dumas, Recteur de l'académie de Bordeaux ; les professeurs Hugounenecq et Latarjet (Lyon) ; Chauffard et Gosset, (Paris) ; Bruntz, Doyen de la Faculté de Pharmacie (Nancy) ; Mirallié, Directeur de l'École de Médecine de Nantes.

Universités. — « L'Information universitaire », à l'occasion d'une enquête sur l'intérêt du groupement des anciens étudiants en une Ligue universitaire de France, a reçu de M. le recteur Appell une lettre d'approbation, qui engage les étudiants à s'unir autour de l'Alma Mater « la plus intense productrice de forces françaises ».

Office national des Universités. — Une convention, en vue d'un échange de professeurs d'enseignement supérieur, vient d'être conclue par l'Office avec les Universités de Manchester, Birmingham, Bristol, Durham, Liverpool et Sheffield.

Facultés des Sciences. — A la liste des établissements dont les Anciens élèves sont dispensés de présenter le diplôme du baccalauréat pour être admis aux examens de licence, on doit ajouter l'École Polytechnique, l'Institut Agricole d'Algérie, l'École de Métallurgie de Nancy, l'Institut Agricole de Toulouse.

Université de Paris. — Les travaux de la Cité universitaire sont très avancés. L'inauguration du premier groupe des batiments aura lieu au mois de juillet prochain. Dès le mois de novembre, 300 étudiantes et étudiants pourront s'y installer ; chaque pavillon ne compte que six à sept locataires. Les groupes universitaires canadien, belge, luxembourgeois argentin et portugais sont en voie de réalisation ainsi que ceux de l'Ecole Centrale et de l'Institut agronomique. La fondation belge disposera de 200 chambres.

— M. Edgar Stein a fondé cinq bourses de 2.000 fr. renouvelables pendant trois ans en faveur d'étudiants des cinq Facultés.

— M. Jean Sauberan, négociant de Buenos-Ayres, vient de donner une somme de 1 million pour constituer un fonds affecté à l'attribution des prêt d'études à des étudiants ou étudiantes de nationalité française des cinq Facultés, de l'École Centrale, de l'École du Louvre et de l'École des Beaux Arts.

Faculté des Sciences. — M. Montel, professeur de mathématiques générales, est nommé professeur de mécanique rationnelle, en remplacement de M. Cartan, appelé à la chaire de géométrie supérieure.

— La chaire de Mathématiques générales a été déclarée vacante (8 février). A partir du 17 février, des conférences sur la mécanique des fluides, dirigées par M. Painlevé, sont faites les mardis à 16 h. 30 par M. Riabouchinsky.

— Dans son très intéressant Rapport sur la dernière année scolaire, M. le doyen Molliard fait connaître le nombre des étudiants qui s'est élevé de 3.270 contre 3.170, l'année précédente. Avant la guerre (1912-13), le nombre des élèves était de 1793, soit à peu près la moitié du chiffre actuel. La répartition n'est plus la même, et l'on observe une orientation nouvelle des études, ainsi que le montre le tableau suivant :

	1912-13		1923-24	
Mécanique physique	26		89	
Physique	149	266	309	705
Chimie	91		307	
Zoologie	31		27	
Botanique	102	184	83	158
Géologie	51		48	

L'accroissement de la population scolaire porte uniquement sur les enseignements susceptibles d'applications pratiques ; on observe un sérieux fléchissement du nombre des étudiants de sciences naturelles.

Cet accroissement du nombre des étudiants des sciences pratiques est telle que les laboratoires sont devenus insuffisants.

Soutenances des thèses. — Pour le doctorat d'Université, le 16 février, M. Nicoulau : « Recherches biochimiques sur le mode d'action du bismuth dans les trypanosomiases et les spirilloses ».

Faculté de Médecine. — La chaire de clinique chirurgicale infantile est déclarée vacante (18 février).

Université de Lille. — Une chaire d'histologie comparée et de biologie maritime vient d'être créée (fondation de l'Université). M. Dehorne, professeur sans chaire, maître de conférences de zoologie à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

Université de Dijon (fondée en 1722). — A l'occasion de

Digitized by Google

la séance solennelle de rentrée, la cité universitaire, installée dans l'ancien grand séminaire, a été inaugurée. Une salle de conférences pour 350 auditeurs a été aménagée. Une maison des étudiants a été construite. Un troisième bâtiment a été consacré au laboratoire de chimie appliquée. M. le Recteur Rosset a remercié tous ceux qui ont contribué à cette extension de l'Université : l'État, le Département, la Municipalité, la Société des Amis de l'Université, l'Union commerciale et industrielle de la Côte-d'Or et de généreux donateurs. L'Université comptait, l'année dernière, 740 étudiants dont 106 étudiantes et 76 étrangers.

Université de Strasbourg. — M. Labrouste, professeur sans chaire, est chargé des fonctions de physicien adjoint à l'Institut de physique du Globe de Paris.

Écoles nationales d'agriculture. — M. Kuhnholtz-Lordat, chef des travaux à la Faculté de Montpellier, est nommé, après concours, professeur de botanique et pathologie végétales à l'École nationale d'agriculture de Montpellier.

M. Ravaz, directeur de la même École, est promu officier de la Légion d'honneur.

École des industries agricoles de Douai. — M. Rousselle est nommé, après concours, professeur de législation.

Écoles Vétérinaires. — M. le professeur Porcher, de l'École de Lyon, est promu officier de la Légion d'Honneur.

— M. le professeur Martin, de l'École de Toulouse, est nommé Chevalier de la Légion d'Honneur.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Le cours de Zoologie (malacologie), de M. le professeur Joubin, commencé le 17 février, aura lieu les mardis, jeudis et samedis, à 10 heures : Morphologie et Embryogénie des Mollusques.

— Les conférences publiques populaires du dimanche, à 15 heures, auront lieu dans le Grand Amphithéâtre, dans l'ordre suivant (Projections) :

— Février 15. « Un voyage scientifique en Mongolie », par le P. Du Teillard de Chardin ; — 22. « Les mammifères de l'ordre des Siréniens », par M. G. Petit.

— Mars 1er. « Les Recherches du Pétrole en France », par M. P. Lemoine.

— — 8. « Les parcs nationaux du Canada », par M. Berlioz.

— — 15. « Les poissons du Danube et leur pêche » par M. Jacques Pellegrin.

École Polytechnique. — Le général Nollet, Ministre de la guerre, a déposé un projet de loi réduisant de six à trois ans la durée de l'engagement exigé des candidats à l'École.

École Centrale. — M. Robert Peugeot, ingénieur E. C. P., directeur de la Société des Automobiles et cycles Peugeot, est nommé membre du Conseil.

Institut agronomique. — M. Georges Fron, professeur de pathologie végétale et de cryptogamie, est nommé chevalier de la Légion d'Honneur.

— M. Bussard, ingénieur agronome, professeur à l'École d'horticulture de Versailles, est nommé, après concours, maître de conférences d'arboriculture et de culture potagère, en remplacement de M. Nanot décédé.

— Le diplôme supérieur d'agriculture a été obtenu, en 1924, par MM. Tchao-Ou et Destombes (application) ; Quittet, Khatchadourian, Mercier, Branlant, et Caillon (enseignement).

École supérieure d'électricité. — L'École, fondée en 1894 par la Société internationale des Électriciens, qui est dirigée par M. le professeur Janet, membre de l'Académie des Sciences, vient d'organiser, avec le concours de l'Institut d'optique, une section d'enseignement supérieur sur l'éclairage ; il y aura de 25 à 30 leçons et 15 séances de travaux pratiques. Un projet pratique et un examen sanctionneront cet enseignement, à la suite duquel le brevet d'ingénieur éclairagiste, pourra être décerné.

Institut d'optique appliquée. — L'École supérieure comptait l'année dernière 28 élèves : 8 officiers, 3 professeurs, 3 ingénieurs, 11 étudiants et 3 étudiantes ; 9 candidats ont obtenu le diplôme d'ingénieur opticien. Il a été délivré 2 certificats d'optique (licence) et 3 certificats spéciaux. Huit apprentis ont été admis à l'École professionnelle. Des cours du soir sont ouverts aux ouvriers.

Université de Bucarest. — M le Professeur Dr Stephan Minovici, Doyen de la Faculté de Pharmacie de Bucarest, a été appelé par le Sénat Universitaire et le Conseil de la Faculté des Sciences de Bucarest, comme Professeur titulaire à la chaire de chimie organique de cette Faculté.

Université d'Oxford. — M Paul Appell, recteur de l'Université de Paris, a été nommé docteur « honoris causâ ».

Université de Copenhague. — M. Emile Borel, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, a été nommé docteur « honoris-causâ ».

Université Yale. — Deux bourses « Theresa Seessel » de 1.500 dollars chacune seront attribuées à des candidats, docteur ès-sciences, en vue de recherches biologiques à effectuer à l'Université Yale, de septembre à juin. Les demandes doivent être adressées avant le 1er mai, au « Deam of the Graduate School » à New-Haven (U. S.). R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 26 janvier 1925

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. G. Kœnigs) **Déformation continue des surfaces, isomérie et applicabilité.**

ÉLASTICITÉ. — *Carl A. Garabedian* (prés. par M. Mesnager). **Solution du problème de la plaque rectangulaire épaisse, encastrée ou posée, portant une charge uniformément répartie ou concentrée en son centre.**

AVIATION. — *A. Alayrac* (prés. par M. G. Kœnigs). **Étude théorique du vol sans moteur dans un vent horizontal variable.**

Les conditions adoptées par M. Idrac représentent un cas particulier de la méthode générale employée par l'auteur.

MÉCANIQUE. — *Andreau* (prés. par M. J.-L. Breton). **Moteur Andreau.**

On réalise un cycle complet à explosion, tel qu'il avait été utilisé en 1882, par Atkinson ; les gaz brûlés sont évacués complètement ; des gaz frais sont aspirés, puis comprimés à un taux de compression choisi ; ils sont ensuite allumés et détendus de manière que leur pression d'évacuation soit de 100 gr. à 200 gr. au-dessus de la pression atmosphérique. Le modèle pratique a donné des résultats encourageants, et il semble possible d'obtenir la réfrigération par l'air.

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE. — *Mlle Thérèse Leroy* (prés. par M. Ch. Lallemand). **Nouvelle méthode pous la détermination des prix de revient et la tarification des transports par chemins de fer.**

Cette étude représente la synthèse théorique des résultats de 80 ans d'exploitation des chemins de fer ; chacun des articles de dépense est fonction d'un élément déterminé du trafic, ou de deux ou trois seulement.

ASTRONOMIE. — *Ernest Esclangon.* **Sur l'éclipse de Soleil du 24 janvier 1925 observée à l'Observatoire de Strasbourg.**

Le ciel s'est éclairci, quelques minutes avant le premier contact. L'heure de ce contact a été observée directement et a pu être déduite ensuite de la mesure des cordes pendant les cinq minutes qui ont suivi. Les résultats, déduits de l'obser-

Digitized by Google

vation, s'accordent, à quelques secondes près, avec les chiffres prévus.

— *J. Guillaume et Mlle M. Bloch* (prés. par M. B. Baillaud). **Observation de l'éclipse partielle de Soleil, du 24 Janvier 1925, faite à l'observatoire de Lyon.**

On a pu seulement déterminer l'heure du premier contact à 15 h. 4 m. 36 s. 7 (M. Guillaume) et 15 h. 4 m. 35 s. 7 (Mlle Bloch); le Ciel s'est ensuite voilé et le Soleil a disparu jusqu'à son coucher derrière un épais rideau.

— *P. Chofardet* (prés. par M. B. Baillaud). **Observation de l'éclipse de Soleil du 24 janvier 1925, à l'Observatoire de Besançon.**

On a noté 15 h. 3 m. 48 s. 8 pour l'heure du premier contact.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L. d'Azambuja* (prés. par M. Deslandres). **Observation de jets protubérantiels remarquables, faite à l'Observatoire de Meudon, le 24 janvier 1925, avant l'éclipse de Soleil.**

L'observation avec la raie K_3 du calcium visée au spectrohéliographe a révélé, à 11 h. 10 m., l'existence, dans le quadrant nord-ouest, d'un groupe de minces jets protubérantiels en forme d'éventail, qui a dû se développer et disparaître rapidement, car il n'apparaît pas sur les épreuves obtenues à 10 h. 40 m. et à 12 h. 20 m.

PHYSIQUE. — *G. Bigourdan.* **Sur la propagation des ondes hertziennes à grande distance : Ordre de grandeur des perturbations de cette propagation.**

Il s'agit d'un tableau des discordances de la réception horaire par les diverses stations (Helwân, près du Caire), Washington, Ottawa (Canada), Paris, Greenwich, Uccle) des signaux horaires émis en 1923. à 20 heures, par le poste Lafayette, près de Bordeaux.

— *F. Holweck* (prés. par M. Jean Perrin). — **Détermination du potentiel critique I_m de l'argon. Discussion de la précision de cette mesure et des mesures analogues.**

Le gaz à étudier se trouve dans l'enceinte de l'électroscope à une pression telle que les rayons X produits par le choc contre l'anode des électrons issus de la cathode avec une différence de potentiel V ne sont absorbés qu'en partie. On observe le courant d'ionisation i. La courbe $i = f(V)$ présente un point singulier lorsque V atteint une valeur égale à un des potentiels critiques du gaz étudié par suite de l'augmentation brusque de l'absorption de celui-ci.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Ed. Friedel* (prés. par M. M. de Broglie). — **Corps smectiques et rayons X.**

Certains auteurs ont mis en doute la nature smectique des oléates de sodium, de potassium et d'ammonium ; si ces corps donnent des radiogrammes de diffraction, cela doit tenir à ce qu'ils sont à l'état cristallisé. M. Friedel conteste cette conclusion et établit que, parmi les corps mésomorphes, les corps smectiques seuls donnent des radiogrammes de diffraction des rayons X ; ce qui montre que, dans ces substances, il existe une direction unique de répartition périodique de la matière.

SPECTROSCOPIE. — *F. Baldet* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur le spectre de l'oxyde de carbone à très basse pression, dit spectre des queues de comètes.**

Par le choc des électrons lents, provenant d'un filament incandescent, sur de l'oxyde de carbone à très basse pression, on obtient, avec une grande intensité, le spectre de bandes qu'on observe dans les queues de comètes. Il existe une ressemblance étroite entre ce spectre et le troisième groupe de l'air, qui est dégradé vers le violet.

— *Ernest Bengtsson et Erik Svensson* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les conditions d'apparition et la structure des bandes de l'argent λ 3330 et λ 3358.**

L'arc électrique entre deux électrodes d'argent donne, dans une atmosphère d'hydrogène, un spectre de bandes dont la structure ressemble à celle des bandes du cuivre et de l'or. Les conditions d'apparition de ces bandes et la grandeur du moment d'inertie conduisent à supposer qu'on a affaire à un dipôde de Ag-H.

— *F. Croze* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la structure des spectres des lignes de l'azote et de l'oxygène ionisés.**

Ces spectres résultent des combinaisons entre les termes de multiplicité triple, dans le cas de l'azote ionisé (N +) et de multiplicité paire dans le cas de l'oxygène ionisé (O +). L'auteur donne les tableaux des plus importantes combinaisons qu'il a obtenues en appliquant les règles de Landé aux mesures de l'effet Zeeman qu'il a faites en 1913.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. de Broglie). — **Sur l'orientation moléculaire des acides gras.**

On a fait des observations avec l'acide palmitique en poudre et avec l'acide palmitique préparé par fusion sur une lamelle de cuivre mince ou de mica fraîchement clivée, ou sur une couche d'eau. On observe, avec les rayons X, de petits anneaux et des raies dans le voisinage de la frange centrale, ce qui implique la structure smectique en plans parallèles.

RADIOACTIVITÉ. — *Herbert Brennen* (prés. par M. G. Urbain). — **Études chimiques sur les isotopes du plomb.**

Cette étude effectuée avec le plus grand soin et une grande précision met en évidence, contrairement aux conclusions de divers auteurs (Dillon, Clarke et Hinchy), que l'emploi du réactif de Grignard ne permet pas de séparer les isotopes du plomb.

— *Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

Au moyen d'expériences minutieusement conduites, l'auteur met en évidence que le coefficient massique d'absorption apparente $\frac{\mu}{\rho}$ s'exprime, en fonction du numéro atomique N d'un corps simple, par la formule

$$\frac{\mu}{\rho} = a + b\,N.$$

MINÉRALOGIE. — *J. Barthoux.* — **Description d'un minéral nouveau : la dussertite.**

On rencontre ce minéral dans le Djebel Debar, montagne s'élevant au nord-est de Hamman-Meskhoutine (Algérie). Sa formule est $[As\,O^4]^2\,(Fe\,Al)^3\,(Ca\,Mg)^3\,[OH]^9$, sa densité 3,75, sa dureté 3,5 ; il est de forme rhomboédrique ou hexagonale, optiquement négatif, avec une biréfringence voisine de 0,012.

R. Dongier.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *G. Urbain.* — **Les notions fondamentales d'Élément chimique et d'atome.**

M. Urbain présente cet ouvrage (Gauthier-Villars) où il étudie la partie de l'atomisme que l'on a appelée la chimie subatomique. La définition nouvelle d'élément de 1923 (commission internationale), si elle est supérieure aux anciennes, ne saurait être considérée comme définitive.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Bigot* (prés. par M. A. Haller). — **Argiles, Kaolins, etc. Gélivité.**

Cette gélivité ne dépend pas de la porosité, mais de la température de cuisson, c'est-à-dire de la présence d'argile encore colloïdale. Un essai de gélivité montre que si le produit céramique concassé, séché à l'étuve pendant une heure à 120°, puis échauffé au rouge dans un tube à essai ne dégage pas d'humidité, il n'est pas gélif et il est bien cuit.

— *L. Blanc et G. Chaudron* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Étude magnétique de la forme stable des sesquioxydes de fer et de chrome.**

Alors que la susceptibilité magnétique de Fe^2O^3 reste constante jusque vers 600° pour décroître brusquement et recommencer à croître vers 700°, celle de Cr^2O^3 croît brusquement vers 800° passe par un maximum, décroît à partir de 900° et

Digitized by Google

reprend sa valeur initiale à 1.100°; l'étude de la variation de densité permet de suivre ces transformations.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Graire* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la réduction des oxydes d'azote en présence des acides sulfuriques et sulfureux.**

Il convenait de rechercher la cause des pertes chimiques des oxydes d'azote actifs dans les chambres de plomb. La réduction du bioxyde d'azote par SO^2 grandit avec la dilution de SO^4H^2. Très faible avec l'acide à plus de 35 %, elle augmente à une dilution inférieure ; elle donne du protoxyde d'azote, mais pas d'azote, sauf peut-être à l'état de traces.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Godchot* et *P. Bedos* (prés. par M. A. Haller). — **Sur la chloruration de la paraméthylcyclohexanone.**

On chlorure en présence de monochloro-urée, avec un rendement de 75 %. On obtient deux stéréoisomères, cis et cis-trans, susceptibles de passer de l'un à l'autre, avec la formation énolique comme terme de passage, donnant un équilibre intéressant.

— *C. Courtot* et *P. Petitcolas* (prés. par M. A. Haller). — **Synthèses de 9-fluorènylamines.**

La condensation du 9-chlorofluorène avec la diéthylamine, la phénylamine, les toluidines, les naphtylamines, a permis de réaliser ces synthèses d'amines cristallisées. On arrive aux fluorénylamines secondaires en partant des cétimines.

A. RIGAUT.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Vincent.* — **Sur l'élimination urinaire du *Bacillus coli communis* et sur son origine hématogène.**

L'étude d'un cas de colibacillose humaine mortelle, avec colibacillurie abondante, a permis à l'auteur de constater : 1° l'existence des bacilles à l'intérieur des gros vaisseaux et dans le milieu sanguin lui-même ; 2° tous les degrés de l'infection du glomérule de Malpighi par le colibacille, depuis son début jusqu'à l'infiltration microbienne abondante, la désorganisation et même la suppuration de ce glomérule ; 3° le caractère parcellaire de ces glomérulites, isolées au milieu de zones de parenchyme sain.

M. Bazy rappelle, au sujet de cette Note, qu'au cours d'expériences qu'il a faites il y a une trentaine d'années, il a pu, en injectant dans la veine marginale de l'oreille du lapin une culture de coli et en liant la verge pendant un certain nombre d'heures, déterminer dans la vessie des lésions non douteuses de cystite.

GÉOLOGIE. — *Maurice Lugeon.* — **Sur la présence de corps organiques fossiles dans les marbres de l'Uruguay.**

Dans une roche du massif calcaire de Nueva Carrara, les taches rouges ne sont autre chose que des débris fossiles hématisés : fragments de test d'échinodermes, débris de mollusques. Cette découverte ne manque pas d'intérêt, puisque c'est la première fois que l'on découvre des restes fossiles dans la série du vieux socle cristallin uruguayen.

— *Pierre Bonnet* (prés. par M. Pierre Termier). — **Le problème du Trias de l'Avallonnais et de l'Auxois.**

Le Keuper de l'Avallonnais et de l'Auxois, malgré son caractère aberrant et sa situation stratigraphique particulière, se rattache intimement à toute la bordure triasique, orientale et sud-orientale du Plateau Central, et par suite son âge ne peut être mis en doute.

BOTANIQUE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Limite de la végétation en profondeur de quelques plantes submergées du lac d'Annecy.**

Ce sont les Characées qui ont été récoltées aux plus grandes profondeurs et, parmi elles, des Nitelles qu'on observe encore à 23 mètres. Le *Naias major* accompagne les *Chara* jusqu'à 12 et 15 mètres peut-être et plus bas encore. L'auteur a récolté en outre, par 20 mètres de fond, une Vaucherie stérile mais d'une végétation vigoureuse.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Mazé* (prés. par M. E. Roux). — **Sur la pluralité des produits de la photosynthèse déduite de l'étude des échanges gazeux entre l'atmosphère et la plante entière.**

Le rapport d'assimilation photosynthétique est toujours supérieur à 1. Ce résultat peut tenir à ce que les produits de la photosynthèse comprennent en dehors des hydrates de carbone des corps plus réduits que ces derniers. L'ensemble de ces produits étant globalement moins riches en O que les hydrates de carbone, la respiration peut fixer de l'oxygène dans les plantes tout en permettant que le rapport du poids de l'H au poids de l'O soit supérieur à 1/8.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — M^lle *Sara Bache-Wiig* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur le vacuome d'*Erysiphe graminis* D. C.**

Dans l'appareil conidiophore de l'*Erysiphe graminis*, un vacuome à grande vacuoles caractérise les cellules à activité faible ou moyenne, un vacuome à petite vacuoles caractérise les cellules à activité plus forte, et un vacuome à forme filamenteuse ou réticulée caractérise les cellules à activité la plus intense. Le vacuome est présent à tous les stades de développement des cellules en question : il y a transmission du vacuome d'une génération à la suivante par l'intermédiaire des conidies.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. E. Pinoy* (prés. par M. F. Mesnil). — **A propos du cancer des plantes ou crown gall.**

Ce serait dans des cellules spéciales, dans des cellules à tanin que se trouveraient les bactéries. Ainsi, dans le crown gall, comme dans les nodosités des Légumineuses, la cellule parasitée ne prend pas part au processus tumoral.

— *L. Ravaz* et *G. Verge* (prés. par M. P. Viala). — **Sur une maladie de la vigne, l'*Excoriose*.**

Les rameaux atteints présentent une écorce noire qui se crevasse d'autant plus profondément que les sarments grossissent plus vite ; il en résulte parfois des sortes de cavernes irrégulières qui s'enfoncent par endroits jusque dans le bois. Ainsi altérés, les rameaux deviennent très fragiles, se détachent ou se dessèchent.

Le rôle du *Phoma flaccida* dans les altérations printanières a été mis en évidence par des inoculations réalisées en serre au cours de l'hiver 1923-1924. Croûtes unies, pycnides et mycélium palmé, s'étalant sur de larges surfaces, ont été obtenus.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *M^me Jean Francois-Perey* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Influence du milieu de culture sur les numérations de protozoaires du sol.**

L'auteur croit qu'une décoction de terre doit être préférée au milieu de Cutler (eau distillée 1.000, gélose 15, peptone 10, NaCl 5, Liebig 3), décoction que l'on obtient simplement en faisant bouillir, pendant 2 heures, 2 litres d'eau ordinaire avec 1 kg. de terre (on filtre et l'on ajoute 2 % de gélose). Cette décoction apparaît comme un milieu de culture particulièrement recommandable pour la numération des protozoaires du sol.

BROMATOLOGIE. — *C. F. Muttelet* (prés. par M. Lindet). — **Étude sur le développement végétal du pois, en vue de sa conservation alimentaire.**

Les trois rapports considérés :

$$\frac{\text{amidon}}{\text{sucres}}, \quad \frac{\text{amidon}}{\text{cellulose}}, \quad \frac{\text{azote insoluble}}{\text{azote soluble}}$$

sont fonction de l'état de maturité : ils croissent avec lui. Ce sont des éléments d'appréciation qui permettront le plus souvent de distinguer les conserves de pois verts et les conserves de pois secs régénérés.

Digitized by Google

MYCOLOGIE. — *Vittorio Pettinari* (prés. par M. P. Viala). — **L'action toxique de l'*Amanita phalloides* Fr.**

Les extraits d'*A. phalloides* introduits par la bouche sont le plus souvent inoffensifs pour les lapins, les cobayes, les pigeons et les herbivores en général.

Les souris grises, les rats blancs, les cobayes, les lapins, les pigeons, etc., sont très sensibles à l'action toxique des extraits introduits par voie para-entérale.

Avec leur introduction intra-veineuse ou intra-cardiaque à doses relativement fortes, on n'arrive pas à produire une mort instantanée ou à démontrer une action élective du poison.

L'arrêt du cœur est précédé de l'arrêt de la respiration.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon* et *J.-B.-S. Haldane* (prés. par M. d'Arsonval). — **Évolution de la chronaxie au cours de la crise de tétanie expérimentale par hyperpnée volontaire chez l'homme.**

La chronaxie augmente sur le nerf et sur le point moteur du muscle pendant toute la durée de la respiration forcée. Quand la respiration forcée est arrêtée, la chronaxie, avec quelques oscillations, reste grande un moment, puis diminue peu à peu pour revenir à la normale en 20 à 30 minutes.

Il se produit toujours un *hétérochronisme* marqué entre le nerf et le point moteur musculaire tant qu'il y a une contracture appréciable. On peut, en agissant sur l'état physico-chimique du plasma sanguin, modifier, chez un sujet entier, la valeur de la chronaxie.

Embryogénie. — *A. Malaquin* (prés. par M. Henneguy). — **La ségrégation, au cours de l'ontogenèse, de deux cellules sexuelles primordiales, souches de la lignée germinale, chez** *Salmacina Dysteri* (Huxley).

Les cellules sexuelles primordiales ont été recherchées dans l'ontogenèse de *S. Dysteri* de manière à établir leur lignée ascendante jusqu'à la gastrula. Elles donnent, en dernier lieu, les premiers gonocytes pygidiaux. Ceux-ci seront ensuite distribués dans les métamères où ils deviennent les gonocytes extracœlomiques, première ébauche des glandes génitales : leur ensemble constitue une lignée germinale, autonome dans l'individu et continue d'une génération à l'autre.

ZOOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. F. Mesnil). — **Foyers de formation et voies de migration des nématocystes de** *Halyclistus octoradiatus* **Clark. Existence, sur leur parcours, de réservoirs sélectifs.**

Les massifs columellaires seuls forment des nématocystes ; ceux-ci émigrent de là dans les tentacules qui sont leur seul lieu d'utilisation normale. Sur leur parcours, se trouvent des réservoirs sélectifs qui opèrent un tri très précis des deux catégories de nématocystes, où les uns seulement pénètrent, mûrissent et s'amassent jusqu'à ce que, sur un appel venu de la périphérie, ils achèvent leur migration et aillent prendre leurs emplacements définitifs.

On ne connaît pas, jusqu'ici, d'organes analogues chez les Cœlentérés.

ANATOMIE COMPARÉE. — *J. Chaine* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Remarques sur l'os pénien.**

A la suite de l'observation de nombreux spécimens, l'auteur arrive à cette conclusion que si, dans la *majorité* des cas, les os péniens d'espèces voisines offrent bien des caractères suffisamment distincts pour permettre de les séparer, il en est, par contre, où la différenciation est fort ardue et quelques-uns même où elle est quasiment impossible.

CYTOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur les expansions pétaloïdes des leucocytes des Chétopodes ; le linome ; le monaster neuro-moteur. Le cas de** *Leydenia gemmipara* **Sch.**

L'auteur a étudié plus particulièrement les leucocytes des genres *Lumbricus*, *Allolobophora*, *Arenicola* et *Nephthys*. Il désigne sous le nom de linome un ensemble hétérogène de formations filamenteuses, sortes de *spirèmes cytoplasmiques* plus ou moins transitoires, qui apparaissent en des éléments variés et soulèvent, entre autres problèmes, celui de la filamentation des protoplasmes. Il propose d'appeler *monaster neuro-moteur* tout l'appareil intéressé dans la locomotion des leucocytes corolligères. En ce qui concerne la *Leydenia gemmipara*, M. Dehorne croit qu'il s'agit de formes déployées de grandes espèces de leucocytes et de cellules endothéliales mobilisées, soumises à des excitations exceptionnelles, issues de conditions pathologiques.

PROTISTOLOGIE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. Henneguy). — **Sur les lipoïdes et les graisses des Sporozoaires.**

Ces lipoïdes se rapprochent du groupe des lécithines et les graisses sont des graisses neutres. Quelques stades de l'évolution de ces formations ont été suivis dans la gamogonie de la Coccidie *Aggregata Eberthi* et dans le cycle de la Grégarine *Nina gracilis*.

Un des caractères de la sexualisation du cytoplasme serait une différence dans la teneur en lipoïdes ou en graisses des éléments qui donneront les gamètes ; en particulier, l'enrichissement en graisses, à un stade de l'évolution, serait un signe d'orientation vers le sens ♀.

— *Edouard Chatton* et *André Lwoff* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur le déterminisme physiologique des phases du cycle de l'Infusoire** *Spirophrya Subparasitica* **Ch. et Lvv.**

La peptone, qui contient l'excitant de l'éclosion de l'Infusoire (cet Infusoire se trouve sur les Copépodes libres à l'état de kystes phorétiques), ne contient pas les substances nécessaires à la nutrition. Mais l'addition de sang de crabe, ou le transport des Ciliés de l'eau de mer peptonée dans le sang du crabe, détermine l'accroissement. Il est donc probable que l'excitant de l'éclosion est une substance relativement simple, en tout cas facilement dialysable à travers la paroi kystique, tandis que la nutrition exige un aliment beaucoup moins dégradé, probablement une albumine fraîche, non diffusible à travers le kyste.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *A. Berthelot* et *G. Ramon* (prés. par M. Roux). — **Sur les agents de transformation des toxines en anatoxines.**

L'acroléine, l'aldéhyde crotonique, l'aldéhyde éthylique et l'hexaméthylène-tétramine constituent de nouveaux agents de transformation des toxines en anatoxines. L'aldéhyde éthylique, en particulier, semble indiquée pour la transformation en anatoxine de la toxine tétanique dont les qualités antigènes paraissent sensiblement plus fragiles que celles de la toxine diphtérique.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 2 février 1925.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Kolmogoroff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la possibilité de la définition générale de la dérivée, de l'intégrale et de la sommation des séries divergentes.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *J. Haag* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la détermination expérimentale du paramètre de précision.**

MÉCANIQUE. — *J. Sudria* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur l'action euclidienne à distance.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Fatou* (prés. par M. E. Goursat). — **Sur le mouvement d'un point matériel soumis à l'attraction d'un sphéroïde aplati.**

Ces vitesses sont obtenues par l'observation du déplacement des raies spectrales en vertu du principe Doppler-Fizeau. Mais il intervient d'autres causes d'altération de la longueur d'onde (effet de la pression gazeuse, influence de la gravitation), qui tendent à fausser les résultats.

Digitized by Google

M. Hamy fait une étude approfondie et émet le vœu qu'un accord international, relatif aux raies de comparaison à employer, intervienne pour la détermination des vitesses radiales.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *A. Barbaud* et *R. Le Petit* (prés. par M. Émile Borel). — **Mesure du vent en avion et correction de ses effets sur la route suivie.**

Les auteurs ont réalisé un appareil qui permet, en cours de vol, de déterminer, en quelques secondes, les éléments de la dérive.

PHYSIQUE. — *G. Bigourdan.* — **Sur les perturbations de transmission à grande distance des ondes hertziennes.**

La moyenne générale des écarts est de 0s013. Cette étude va être poursuivie, et elle servira à reconnaître la cause des perturbations, en permettant de voir si plusieurs postes sont affectés en même temps.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Nouvelle méthode pour l'analyse harmonique des courbes de force électromotrice des alternateurs.**

Cette méthode consiste à relever, au moyen d'un oscillographe, non pas l'onde même de l'alternateur, mais une courbe transfigurée où les harmoniques supérieurs figurent avec des amplitudes multipliées par des facteurs connus, de façon à pouvoir être mesurées avec une précision proportionnelle au coefficient de multiplication.

— *J. Cathala* (prés. par M. Brillouin). — **Appareil enregistreur pour le contrôle de l'isolement des fils émaillés.**

On met en relief les défauts d'isolement en enregistrant les passages du courant qui se produisent, entre l'âme du fil et un bain de mercure, dans lequel on déroule le fil à une vitesse convenable.

MAGNÉTISME. — *Pierre Weiss.* — **Équation d'état magnétique et variation du moment atomique.**

Un perfectionnement notable de l'équation d'état magnétique est obtenu en considérant le nickel comme une sorte d'alliage composé, en proportions variables, d'atomes de nickel à 3 et à 8 magnétos. Les proportions des deux constituants dépendent de la température ; mais d'autres causes interviennent aussi, en particulier le champ moléculaire qui est susceptible de favoriser le phénomène intra-atomique qui fait passer le nickel de 3 à 8 magnétons.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *E. Tabesse* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques en Normandie.**

Les mesures ont été faites en 40 stations situées dans la Manche et le Calvados ; les variations séculaires pour la période 1896-1922 sont, en moyenne, de —2°57' pour la Déclinaison, —0°35' pour l'Inclinaison et + 0,0020 pour la Composante horizontale. L'ensemble des mesures paraît révéler des anomalies magnétiques assez importantes dans le nord du Cotentin et dans la région située au sud de Caen.

MINÉRALOGIE. — *Albert Michel-Lévy* (prés. par M. Émile Hang). — **Naissance de biotite dans des granites et des rhyolites broyés du Morvan.**

Ces granites et rhyolites contiennent de très fines et très nombreuses lamelles de biotite et témoignent de broyages hercyniens profonds, pénétrés aussitôt par les gaz et vapeurs de fumerolles d'un magma granitique sous-jacent.

— *P. Gaubert.* — **Sur la modification du faciès des cristaux par suite de leur syncristallisation avec une matière étrangère dissoute dans l'eau mère.**

Cette modification provient soit du groupement régulier de cristaux des deux substances, soit de l'association d'un des corps seul à l'état cristallin avec l'autre qui l'imbibe (solution solide). L'auteur complète les données qu'il a émises précédemment à ce sujet. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet* et *A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **L'influence de la trempe sur les propriétés mécaniques des aciers, après revenu.**

L'étude des aciers chrome-nickel comporte de nouveaux résultats. Dans le cas des aciers au carbone, il semble établi qu'à égalité de dureté finale après revenu, la résilience est meilleure pour les aciers complètement trempés, c'est-à-dire les aciers formés de martensite pure ; inversement, à égalité de résilience, la dureté finale est d'autant plus élevée que la dureté obtenue par la trempe est plus forte.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *V. Auger*, *Mlles Lafontaine* et *Caspar* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur quelques sels de cupferron.**

Le sel de NH^4 de la nitrosophénylhydroxylamine $C^6H^5N(NO)ONH^4$ est l'objet, chaque jour, de nouvelles applications. Aussi était-il utile de poursuivre une étude des précipités des sels obtenus : Ag, Pb, Hg^2, Hg, Bi, Cd, stanneux, stannique Sb, Mo, obtenus en solution acide ; Ce, Cr, In, Co, Ni, Zn, Ba, Sr, Ca en solution neutre. Un réactif pour la séparation en groupes, avec des sous-groupes, peut être obtenu avec l'aide des solvants organiques et des acides.

A. RIGAUT.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Hérissey et J. Cheymol* (prés. par M. Guignard). **Extraction et propriétés de la géine, glucoside générateur d'eugénol, contenu dans le Guem urbanum** L.

Les auteurs ont obtenu la géine à l'état cristallisé, en quantité suffisante pour pouvoir fixer son individualité chimique et exposer un certain nombre de ses propriétés caractéristiques. Il est permis d'envisager ce glucoside comme formé de 1 molécule d'eugénol, 1 molécule de glucose *d* et 1 molécule d'arabinose *l*, avec élimination de 2 molécules d'eau. La géase ne conduirait le dédoublement que jusqu'à un terme intermédiaire, qui serait un sucre tel que le vicianose.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel et C. Charaux* (prés. par M. L. Guignard). **Sur le processus du noircissement des Orobanches au cours de leur dessiccation.**

Les bulbes de l'*Orobanche Rapum* Thuill. ont fourni aux auteurs, à l'état pur et cristallisé, un glucoside spécial qu'ils désignent dorénavant sous le nom d'*orobanchoside*. C'est à ce glucoside qu'il faut attribuer le noircissement des Orobanches pendant la dessiccation par le processus suivant : le ferment oxydant qui se trouve dans les Orobanches agit sur l'orobanchoside en donnant une matière colorante brune, insoluble dans l'eau, produit d'oxydation de nature indéterminée, mais renfermant tous les composants du glucoside générateur.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par M. Guignard L.). **Observations nouvelles sur la Xénie chez le Blé.**

Le poids, la forme et la taille des albumens hybrides entre espèces de *Triticum* trahissent les affinités ou les divergences des espèces croisées ; leur connaissance peut être utile pour la recherche des parentés et par suite pour l'étude de l'origine des qualités de la série complexe des Froments. Les déformations caractéristiques des ovaires par certains pollens font soupçonner les péripéties d'une lutte entre la mère et l'embryon illégitime ou, tout au moins, des déséquilibres suffisants pour expliquer la mortalité prématurée de certaines combinaisons.

— *Ad. Davy* de *Virville* (prés. par M. Molliard). **Sur les relations biologiques entre une Hépatique** (*Lophocolea bidentata* **Nees.**) **et diverses Muscinées.**

Le *Lophocolea bidenteta* Nees. est une Hépatique à feuilles qui se développe soit isolément, soit au milieu des touffes de diverses espèces de Muscinées dont elle enlace plus ou moins étroitement les tiges. L'auteur montre que si, dans les conditions naturelles, il y a toujours au moins simple

Digitized by Google

contact, il peut également exister une symbiose et, sans doute même, un véritable parasitisme lorsque l'Hépatique se nourrit partiellement aux dépens des Mousses parmi lesquelles elle se développe.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *N. Kleitman et H. Piéron* (prés. par M. Henneguy). **Sur la vitesse d'établissement de la sensation lumineuse et la grandeur de l'ondulation de prééquilibre pour des excitations monochromatiques d'intensité variable.**

Les caractéristiques d'action de la lumière bleue sont en réalité les caractéristiques des bâtonnets (vitesse plus grande d'établissement, ondulation plus marquée) sur lesquels les radiations de courte longueur d'onde agissent avec beaucoup plus d'intensité que sur les cônes.

Au contraire, la lumière bleue, agissant exclusivement sur les cônes, montre, à intensité physiologiquement équivalente (représentant un certain multiple de l'intensité liminaire), la vitesse la moins grande et la moins haute ondulation de prééquilibre, par rapport aux lumières rouge et verte (vitesse d'établissement et hauteur de l'ondulation allant de pair).

CYTOLOGIE. — *E. Fauré-Frémiet* (prés. par M. Henneguy). **Etat quiescent et état actif chez les amibocytes d'Arénicole.**

Les amibocytes de l'Arénicole, examinés aussitôt après l'extraction de la lymphe périviscérale sont des cellules fusiformes très allongées avec une région centrale ovoïde, et renflée autour du noyau. Une à deux minutes au plus après l'extraction, ces cellules émettent des pseudopodes pétaloïdes dont la nature très particulière semble liée à une faible motilité et à un grand pouvoir d'adhésion ; le protoplasma de ces cellules à l'état amiboïde a perdu sa rigidité, il est devenu fluide et s'étale sur certaines surfaces solides.

L'auteur constate chez ces leucocytes fusiformes un état quiescent et un état actif comparables à ceux qui ont été décrits chez de nombreux Amœbiens.

— *C. Hosselet* (prés. par M. F. Mesnil). **Les œnocytes de *Culex annulatus* et l'étude de leur chondriome au cours de la sécrétion.**

Chez *Culex annulatus*, les œnocytes fonctionnent en glandes holocrines dont l'activité, intense à la fin de la période larvaire, atteint son maximum pendant la nymphose pour décroître ensuite et même disparaître chez l'imago. Chez les petits œnocytes, la sécrétion est un phénomène continu. Le cycle sécrétoire des gros œnocytes ne diffère de celui des précédents que par la lenteur de l'accumulation des produits sécrétés, qui ne sont déversés qu'au cours de la nymphose.

Dans les deux formes d'œnocytes, le chondriome est primitivement à l'état de chondriocontes ; ceux-ci fournissent la sécrétion, soit par la production de vésicules, soit après s'être transformés en mitochondries. Le chondriome disparaît au cours de la sécrétion.

MÉDECINE. — *C. Levaditi et A. Girard* (prés. par M. E. Roux **Mode d'action du bismuth dans la syphilis.**

Le lyse du spirochète n'exige que des traces infinitésimales de métal, aucune accumulation bismuthique ne s'effectuant au lieu même où cette lyse évolue.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de physique à l'usage des élèves de l'enseignement supérieur et des ingénieurs. Tome I (Thermodynamique), par Jean BECQUEREL, professeur au Muséum d'histoire naturelle. In-8° de 420 pages avec 95 fig. J. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

M. Jean Becquerel entreprend la publication du cours de physique qu'il professe, depuis un certain nombre d'années, à l'École Polytechnique. Évidemment, les leçons qu'il nous donne ne sont pas telles qu'il a pu les faire en un enseignement bi-annuel, avec un petit nombre d'heures de cours par semaine. Les divers chapitres ont dû recevoir de nombreux développements et l'ouvrage entier comprendra finalement 7 volumes. Le premier paru est consacré à la thermodynamique.

On opposait autrefois, volontiers, l'énergétique, dont l'unique objet était d'établir des relations entre les grandeurs mesurables, et l'atomisme qui avait la prétention de formuler une image mécanique des phénomènes. L'on connaît le retentissant article dans lequel le physico-chimiste allemand Oswald proclamait, il y a quelque 30 ans, la déroute de l'atomisme et le triomphe absolu de l'énergétique. Aussi jusqu'ici les traités de Thermodynamique possédaient-ils une belle ordonnance logique : du principe de l'équivalence et du principe de Carnot, on déduisait les principales conséquences applicables aux divers domaines de la Physique, sans jamais faire aucune hypothèse sur la structure de la matière. Une telle conception, qui donnait à un traité de Thermodynamique l'allure d'un ouvrage de mathématiques, était éminemment abstraite et un certain nombre de notions étaient parfois difficiles à concevoir physiquement.

Rompant avec ces traditions, M. Jean Becquerel introduit dans son cours de Thermodynamique l'exposé de nos conceptions sur la structure de la matière et sur celle de l'énergie : l'atomistique et les quanta. Chaque fois qu'il le peut, il traduit, avec le secours de ces hypothèses, les résultats qu'il a obtenus par la Thermodynamique seule. Son livre, au courant des recherches récentes, sera apprécié de nos étudiants des Facultés des sciences et plus particulièrement des candidats à l'agrégation des sciences physiques. A. Bc.

La radio-activité et les transformations des éléments, par Jean BECQUEREL, professeur au Muséum national d'histoire naturelle. (*Collection Payot*). In-16 de 208 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 3 francs.

En un petit nombre de pages, M. Jean Becquerel expose, pour le grand public à qui s'adressent les ouvrages de la collection Payot, les faits essentiels et les conséquences générales de la radio-activité, découverte par son père, Henri Becquerel, en 1896. Après avoir fait brièvement l'historique de la découverte et indiqué les caractères essentiels des phomènes radio-actifs, l'auteur étudie successivement les trois sortes de rayonnement émis : rayons α, rayons β, rayons γ. La deuxième partie du livre est consacrée aux transformations radio-actives : radio-activité induite et émanations ; évolution radio-active ; vue d'ensemble des éléments radio-actifs ; production d'hélium et chaleur dégagée ; idées générales sur l'évolution radio-active ; structure de l'atome. Dans la troisième partie, l'auteur étudie la radio-activité dans la na-

Digitized by Google

ture et son rôle dans l'évolution des mondes. Ce sont là des questions générales d'un grand intérêt philosophique et susceptibles d'intéresser tout esprit cultivé. A. Bc.

La théorie de l'allotropie, par Dr A. Smits, professeur de chimie générale à l'Université d'Amsterdam. Première édition française traduite par J. Gillis. In-8° de 520 pages avec 239 figures. Gauthiers-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

M. Smits appartient à cette école hollandaise si brillamment fondée par Van der Waals, Van't Hoff, Bakhuis Roozeboom, à qui la physico-chimie doit beaucoup de ses progrès les plus importants, notamment dans le domaine de la règle des phases. Orienté, lui aussi, dans cette voie féconde, il s'est proposé d'approfondir la connaissance des rapports qui existent entre les différentes phases d'un système à un seul composant indépendant, en se basant sur les considérations théoriques acquises par l'étude des autres systèmes. Il est ainsi parvenu à formuler une théorie de l'allotropie permettant de grouper et d'expliquer des phénomènes en apparence très disparates.

« Dans les domaines les plus variés, indique le traducteur de l'ouvrage que nous signalons, son contrôle expérimental a donné et donnera lieu, longtemps encore, à des séries de recherches, dont celles du phosphore, par exemple, peuvent être considérées avec raison comme une réelle victoire ».

Les physico-chimistes de langue française se féliciteront de posséder la traduction d'un ouvrage aussi fondamental, dont la lecture attentive ne manquera pas de leur suggérer de fructueuses recherches. A. Bc.

Notre Maître le Temps (les Astres et les Heures). Einstein ou Bergson ? par M. Charles Nordmann, astronome de l'Observatoire de Paris. Un vol. in-8° de 224 pages. Hachette, éditeur, Paris. — Prix broché : 7 fr. 50.

M. Ch. Nordmann vient d'écrire sur le temps, non le temps qu'il fait, mais le temps qui passe, un livre qui ne décevra pas les nombreux lecteurs des ouvrages antérieurs du même auteur. C'est que M. Nordmann, astronome fort distingué, à qui l'on doit de belles recherches originales, notamment sur la photométrie des étoiles, possède les dons les plus heureux de l'écrivain. Son livre, écrit en une langue harmonieuse et imagée, agrémenté de réflexions philosophiques, charme et instruit tout à la fois. En le lisant on ne peut s'empêcher de penser aux délicieuses pages en lesquelles Fontenelle savait, avec tant d'esprit, mettre la science de son temps à la portée du public curieux mais un peu frivole du XVIIIe siècle.

Les critiques dont quelques autres ouvrages de M. Ch. Nordmann ont été l'objet n'ont certainement pas été sans profit pour lui. Dans « Notre Maître le Temps » on sent que l'auteur a longuement médité sur les questions qu'il expose et il fait preuve d'un souci constant de précision et de clarté.

La première partie du livre est consacrée à la division et à mesure du Temps. Il est remarquable qu'en ces matières, où il serait si facile d'être ennuyeux, M. Nordmann aborde et résout les problèmes les plus délicats et les plus techniques sans le moindre pédantisme et comme en se jouant. Il y a sur les mois et les saisons des pages charmantes à la lecture desquelles nous avons pris un véritable plaisir.

Dans la seconde partie, revenant aux questions les plus brûlantes de la relativité, M. Nordmann ne craint pas d'aborder de front le différend qui a séparé deux des esprits les plus éminents de notre temps, Einstein et Bergson. On sait que M. Bergson a contesté la relativité du temps; pour lui, les théories d'Einstein confirmeraient, au contraire, l'idée d'un temps absolu. M. Nordmann montre que cette contradiction tient à la théorie inexacte de la simultanéité qu'Einstein a publiée dans l'exposé élémentaire de vulgarisation qu'il a consacré à la relativité. M. Bergson n'a pas tort de critiquer ces conclusions; néanmoins la relativité de la simultanéité et du temps, qui résulte, comme l'a montré Einstein en ses écrits mathématiques, à la fois des équations de Lorentz et du principe de la constance de la vitesse de la lumière, ne saurait être mise en doute. M. Nordmann propose une modification, qui semble échapper à toute critique, de l'expérience schématique destinée à faire comprendre, sans calcul, la relativité de la simultanéité.

Passant en revue un certain nombre d'ouvrages sur la relativité, M. Nordmann y retrouve l'erreur qui a provoqué les critiques de M. Bergson. Fort malmené à propos de son livre « Einstein et l'Univers » par quelques professeurs, évidemment épris de rigueur, mais peut-être peu au courant des difficultés de la vulgarisation scientifique, M. Nordmann prend ici fort spirituellement sa revanche. A. Boutaric.

The extra-pharmacopœia, par W. Harrison Martindale et W. Wynn Westcott. *Dix-huitième édition.* Tome I. In-12 relié de XXXVIII+1163 pages sur papier indien. H.-K. Lewis and Co. Ltd. Éditeur, 136, Gower Street London W. C. 1 et chez Wm. Martindale, 10, New Cavendish Street London W. 1. — Prix : 27 sh. 6 p.

En présentant la précédente édition de cet intéressant ouvrage, j'ai déjà dit son intérêt exceptionnel pour quiconque s'intéresse aux médicaments de toute nature, à leurs propriétés, à leur préparation et à leur usage. Il n'a pas d'analogue chez nous, car notre « Officine » de Dorvault, d'un format beaucoup moins maniable, est rédigée dans un esprit tout différent; j'ai eu, à l'usage, maintes fois l'occasion de constater les avantages respectifs des deux recueils et, réellement, je crois rendre service à tous ceux qui se servent du livre français, et qui connaissent tant soit peu l'anglais scientifique, en leur conseillant de le compléter par l'ouvrage de Martindale. Ils y trouveront non seulement des données précises sur la thérapeutique et la pharmacie anglaises, mais également d'innombrables renseignements d'ordre chimique, physique, pharmacologique, physiologique, toxicologique, aussi bien pratiques que théoriques, complétés par de très nombreuses indications bibliographiques. Celles-ci sont puisées aux sources les plus modernes, sources si diverses même qu'il a fallu près de cinq pages pour les énumérer.

Ce vade-mecum est en perpétuelle évolution et, d'une édition à l'autre, si rapprochées soient-elles, on note de nombreux changements. L'exposé de tout ce qui est désuet ou peu usité est ramené à une citation de quelques lignes, tandis que les composés nouveaux ou les méthodes récentes qui se révèlent d'une réelle importance sont décrits avec tous les développements désirables. La place me manque pour énumérer toutes les additions dont cette dix-huitième édition a été l'objet, mais en citant les importants articles consacrés à l'alcool isopropylique, aux alcaloïdes activés, aux periodures d'alcaloïdes, aux nouveaux dérivés de l'acide acétylsalicylique, aux composés bismuthiques, au traitement iodé intensif de la tuberculose, aux vitamines, à l'huile de Chaulmoo-

Digitized by Google

gra et à ses dérivés, à la protéinothérapie, à la thyroxine, aux vaccins thérapeutiques, aux nouveaux dérivés organiques du mercure et du soufre, cela suffira pour montrer combien les auteurs ont pris soin de tenir leur livre au courant des plus récents progrès de la science. Je ne crois pas qu'il y en ait un autre, aussi bien en français qu'en anglais, où l'on trouve rassemblées des notions aussi nouvelles sous une forme susceptible d'intéresser à la fois le chimiste, le médecin, le pharmacien, le pharmacologiste, le physiologiste et l'hygiéniste.

Ce premier volume, qui précède de peu le second, renferme tout ce qui concerne les médicaments et, en outre, un memento thérapeutique, la législation anglaise des substances toxiques et un abrégé du traitement des intoxications. Une grande partie du texte est imprimée en petits caractères; la table des matières ne comporte pas moins de 93 pages sur deux colonnes. J'ajouterai en terminant que la première édition a été publiée par M. Martindale père, il y a quarante ans, et que la dix-septième date seulement de 1920-1921 : on ne saurait vraiment trouver meilleure preuve du succès persistant de cet ouvrage.

Dr A. Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

The vitamines, par Casimir Funk, Professeur au Collège of Physicians and Surgeons de New-York. In-8° relié de 502 pages avec 73 figures. Traduction anglaise de la seconde édition allemande par H.-E. Dubin de l'Université de Philadelphie. Williams and Wilkins Company Baltimore U. S. A. — Prix : 6 dollars.

Tous les biologistes et tous les biochimistes connaissent le rôle joué par le savant polonais Casimir Funk dans la découverte des vitamines et l'importance considérable de ses travaux sur ces substances si intéressantes à tant de points de vue. En 1914, il avait publié une remarquable mise au point des connaissances que l'on possédait déjà sur ce passionnant sujet; c'est cette monographie qui a servi de guide aux auteurs des innombrables travaux publiés depuis cette époque. L'abondance des faits — plus ou moins importants — mis en évidence pendant la guerre mondiale et jusqu'en 1921 a obligé M. Funk à refondre son premier ouvrage en un autre infiniment plus étendu, dont la traduction anglaise, revue par l'auteur, est l'œuvre d'un de ses anciens collaborateurs M. Harry Dubin.

Pour analyser un livre comme celui-ci il faudrait pouvoir y consacrer des pages entières; le cadre de la *Revue Scientifique* ne nous le permettant point, nous nous contenterons d'indiquer ses grandes divisions. Il débute par un historique et une importante introduction; l'ensemble du sujet est ensuite traité en trois parties qui portent les titres suivants : « Les besoins en vitamines des plantes et des animaux » (2 chapitres, 114 pages). — « Chimie, physiologie et pharmacologie des vitamines » (112 pages en 5 chapitres). — « Les avitaminoses humaines. Conditions dans lesquelles les vitamines jouent un rôle » (10 chapitres, 120 pages). — A cet exposé de l'état actuel de nos connaissances font suite 61 pages d'indications bibliographiques, très complètes, relatives à plus de 1.600 travaux. Un livre de Casimir Funk sur les vitamines présente par lui-même un intérêt exceptionnel, mais il est incontestable que la richesse de sa documentation contribuera, pour une certaine part, à lui assurer un très grand nombre de lecteurs.

A. B.

Le Froid industriel, par L. Marchis, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Nouvelle édition. In-16 de 428 pages avec 112 figures (*Collection Scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

M. L. Marchis a écrit un livre très utile aux ingénieurs, qui ont à calculer certaines installations frigorifiques et aux usagers qui veulent des précisions sur les applications du froid à la conservation des denrées périssables.

L'auteur étudie sucessivement les machines frigorifiques : à compression, à absorption, à vapeur d'eau, à air, ainsi que les compresseurs.

Une revue très complète des isolants thermiques précède les chapitres consacrés à la construction, à l'aménagement et à l'exploitation des entrepôts frigorifiques.

La fabrication de la glace artificielle, la conservation de la viande et la conservation du poisson, forment trois chapitres très intéressants qui terminent l'ouvrage.

Nous regrettons que la nouvelle machine frigorifique à air, que Maurice Leblanc était arrivé à mettre au point un peu avant sa mort, n'ait pas été étudiée en détail, comme le méritait une invention aussi remarquable, susceptible d'améliorer — et de beaucoup — les conditions d'application du froid industriel.

Mais le livre de M. L. Marchis n'en est pas moins un guide clair et précis de haute vulgarisation scientifique.

Ed. M.

L'Électricité à la campagne (Distribution et utilisation), par Porchet, Docteur es-Sciences, Ingénieur du Génie rural. In-18, 150 pages, 83 figures. Hachette et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 5 fr.

Cet ouvrage fait partie de l'Encyclopédie des connaissances agricoles, publiée sous la direction de M. E. Chancrin, Inspecteur général de l'Agriculture. Il est écrit par un Ingénieur agronome, spécialisé dans les questions électriques, et il vient à son heure pour renseigner tous ceux, agriculteurs, industriels, commerçants, etc., qui veulent bénéficier du développement ou favoriser l'essor que prend aujourd'hui l'Électrification rurale. Sa lecture n'exige pas de connaissances spéciales : les quelques notions théoriques nécessaires, exposées dans les premières pages, sont tirées des analogies hydrauliques. Bien entendu, ces préliminaires ne sauraient suffire pour former des techniciens, mais ils faciliteront la connaissance des moyens de production, de transmission et d'utilisation de l'énergie électrique. Les différents modèles de moteurs sont énumérés avec leurs modes et leurs conditions d'emploi. Des renseignements et des exemples pratiques sont donnés en ce qui concerne les installations. Comme les risques d'incendie sont à craindre à cause des valeurs élevées de la tension des réseaux ruraux (220 volts pour la lumière; 380 volts pour la force motrice), on a exposé avec détail les précautions à prendre.

Les questions administratives et financières sont l'objet d'une étude développée, en raison de la multiplicité des règlements qui ont été édifiés pour assurer le contrôle et pour fixer les participations respectives de l'État, des Communes et des Syndicats aux frais d'installation et d'exploitation.

R. D.

Les Grandes Industries Modernes, par Paul de Rouziers. In-18 de 238 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Les deux tiers de ce premier livre — l'ouvrage complet doit en comprendre quatre — concernent l'industrie houillère; le reste, les industries pétrolières et hydro-électriques.

Résumé succinct d'un cours à l'École libre des Sciences

Digitized by Google

Politiques, qui ne s'embarrasse pas de questions techniques mais s'attache aux caractères généraux : 1° des concentrations industrielles résultant des complications d'exploitation et de la nécessité d'y intégrer des opérations accessoires (triage, lavage, etc...) et des industries connexes (fours à coke, usines de récupération, etc...); 2° des concentrations commerciales de vente, particulièrement pour l'exportation.

Ces concentrations se retrouvent, dans des conditions un peu différentes, pour le pétrole ainsi que pour la production et la vente de l'énergie électrique.

L'étude des marchés houillers allemands, anglais, américains et français est appuyée des documents statistiques les plus intéressants.

Mais douze lignes seulement sont consacrées aux lignites allemands dont la production en 1922, 137 millions de tonnes, est du même ordre de grandeur que les houilles! Les relations entre la houille, le pétrole et la houille blanche pour la production de l'énergie, ainsi que les liaisons entre certaines associations allemandes, ne sont même pas effleurées. Nous comprenons que l'auteur n'ait pas parlé des stations marémotrices, encore à leurs débuts; c'est une lacune plus grave, dans un livre qui traite des sources d'énergie industrielle, de ne pas examiner la concurrence ou l'aide que peuvent se prêter ces différentes énergies.

Nous avons d'ailleurs lu avec plaisir ce livre très clair et très bien écrit. Ed. M.

L'Industrie Textile en France pendant la guerre, par Albert Aftalon, Professeur de Droit de l'Université de Paris. In-8° de 264 pages. Les Presses Universitaires de France, Paris. — Prix : 20 fr.

La monographie de M. A. Aftalon fait partie d'une serie d'ouvrages consacrés à l'industrie française pendant la guerre.

L'auteur examine la diminution de la capacité productrice, les efforts faits pour remédier aux difficultés et les résultats : le déficit de notre balance commerciale, la hausse des prix des matières textiles et des produits fabriqués, les hauts profits des industriels.

Il passe ensuite en revue les industries de la laine, du coton, du lin et du chanvre, enfin de la soie.

Si le tonnage des exportations de cette dernière industrie a fléchi pendant la guerre, il se retrouve, en 1919, presque égal à celui de 1913 et, grâce à la hausse des prix, la valeur des soies exportées n'a cessé de croître pour dépasser 2 milliards de francs en 1920.

Pour les autres industries textiles, au contraire, l'afflux des commandes de l'armée et la diminution de la production, particulièrement des laines, causèrent à notre balance commerciale une perte qui atteignit, pendant les années 1915 à 1918, un total de 8.282 millions de francs.

Cependant, après l'armistice, la décroissance de la consommation militaire, l'augmentation de la production, changèrent l'allure de notre commerce extérieur. En 1921, pour tous les produits hormis les tissus de lin, nous retrouvons des excédents *d'exportation*, notablement plus élevés que les excédents *d'importation* en 1918. Notre balance commerciale s'est ainsi améliorée, le gain de 1921 par rapport à 1918 atteint 4.424 millions de francs. Les excédents d'exportation en 1921 dépassent même — et de beaucoup — ce qu'ils étaient en 1913. En cette année, l'Angleterre, elle-même, qui nous expédia pour 181 millions de fils et tissus de laine, de coton et de lin, nous en acheta pour 288 millions.

L'industrie textile est donc un facteur important de l amélioration de la valeur du franc.

Tous ceux qui s'intéressent à l'industrie textile et, en général, aux questions économiques, liront donc avec intérêt l'étude très documentée de M. A. Aftalon. Ed. M.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

J.-A. Roux. — Traité de la Fraude dans la vente des marchandises. In-8° de 920 pages. Sirey édit. Paris. — Prix : 30 francs.

N.-R Campbell — La structure de l'atome, 2e Supplément à la « Théorie électrique moderne ». Tr. par Corvisy. In-8° de 162 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Société de Physique — Livre du Cinquantenaire. In-8° de 160 pages. Édité par la Société française de physique. — Prix : 17 francs.

Hadamard. — Cours d'analyse professé à l'École polytechnique. T. I., 1er fasc. In-8° de 320 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

Welhem Böttger. — Qualitative analyse und ihre wissenschaftliche Begründung. 7e édition. In-8° de 644 pages avec 52 figures et 1 planche. Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 19 marks-or.

R.-E. Buchanan. — General systematic bacteriology (Monographs on systematic bacteriology, vol. I). In-8° de 597 pages. William and Wilkins C°, éditeurs, Baltimore. — Prix : 6 dollars.

A. Calmette, L. Nègre et *A. Boquet.* — Manuel technique de microbiologie et sérclogie. In-16 de 568 pages avec 14 figures, tableaux et 3 pl. en couleurs. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

W. Kopaczewski. — Catalyse et ses applications. In-8°. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr.

G. Renard. — Les Travailleurs du Livre et du Journal. 2 vol. In-16. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Alfredo Niceforo. — La Méthode Statistique et ses applications aux Sciences naturelles, aux Sciences sociales et à l'Art. Trad. de l'italien par R. Jacquemin. In-8° de 645 pages. Giard, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Van den Heede. — L'Art de bouturer. In-16 de 446 pages avec 102 figures. 4e édition. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 12 francs.

J. Duclaux. — Les Colloïdes. 3e édition. In-8° de 400 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

A. Einstein. — Sur l'Électrodynamique des corps en mouvement. (Collection des *Maitres de la Pensée scientifique*). In-16 de 56 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Annuaire du bureau des longitudes pour 1925. — In-16 de 686 pages avec 5 cartes célestes et 2 cartes magnétiques. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr. 50.

Andrade. — Horlogerie et Chronométrie. (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8° de 582 pages avec 190 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XV°)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 5 — 67e ANNÉE — 14 MARS 1925

PORTRAITS DE SAVANTS

PAUL BROCA (1824-1880)

Un siècle a passé depuis que Pierre-Paul Broca naquit, le 28 juin 1824, à Sainte-Foy-la-Grande. Après ses études classiques, il se destinait à l'École Polytechnique. Mais, à la mort d'une sœur, sa famille décida qu'il serait médecin comme son père et reviendrait au pays natal. Comme tant d'autres décisions familiales qui prétendent régler l'avenir, celle-ci ne devait pas recevoir sa pleine exécution.

Envoyé à Paris pour commencer ses études médicales, en octobre 1841, rempli d'ardeur, le jeune Broca trouve, au collège Sainte-Barbe, une place de maître d'études qui lui assure quelque temps l'existence matérielle. Nommé externe, puis interne des hôpitaux, il donne des leçons, écrit des articles et des livres. Jamais il n'hésite à concourir à toutes les places où il peut prétendre : « J'ai pour principe, écrit-il, qu'un homme ne doit jamais, sous peine de donner sa démission d'homme, abandonner un concours dans lequel il est engagé. »

Avec le soutien de solides amitiés, avec Follin et Verneuil, qui forment avec lui ce qu'on appelle partout dans la jeunesse de l'École « le triumvirat », il poursuit brillamment sa carrière, devenant chirurgien des hôpitaux et agrégé à la Faculté, en 1853, et lauréat de l'Académie de médecine avec un mémoire sur le cancer.

Tout chirurgien qu'il fût, Paul Broca n'a pas laissé beaucoup de travaux de pure chirurgie : on a de lui des études sur les luxations sous-astragaliennes, travail resté classique, sur la pathogénie des pieds-bots, sur la galvanocaustique, sur le traitement des bubons vénériens suppurés, sur la propagation de l'inflammation (thèse de doctorat), sur la pleurésie secondaire, consécutive aux inflammations du sein et de l'aisselle, sur la cataracte capsulaire.

FIG. 90. — Pierre-Paul Broca (1824-1880)

C'est qu'à cette période du XIXe siècle, la chirurgie n'avait pas encore les audaces légitimes qu'allait bientôt lui permettre la pratique de l'antisepsie ; mais déjà elle avait perdu celles qu'elle avait connues à la grande époque des guerres napoléoniennes. Les interventions opératoires exposaient à de gros risques et les chirurgiens avisés ne se plai-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

saient point à tenter les aventures. Ils en profitaient pour consacrer une part de leur activité à l'étude, et les récentes applications du microscope à la pathologie, qui faisaient déjà la renommée de Lebert, leur ouvraient une mine riche de promesses. Broca et Follin s'engagèrent dans cette voie nouvelle, tandis que Verneuil étudiait les relations des traumatismes avec les troubles de l'état général.

De cette époque datent les recherches de Paul Broca sur la pathologie des cartilages, sur l'anatomie pathologique du rachitisme, et deux œuvres maîtresses sur les anévrismes et les tumeurs.

Dans ces deux ouvrages, l'auteur traite le sujet en l'envisageant dans des vues d'ensemble, familières à son esprit généralisateur. Mais on y trouve, de plus, des idées neuves et personnelles. Tels sont les chapitres consacrés à la formation des caillots dans le sac anévrismal, aux modifications circulatoires qui résultent de l'anévrisme. Tels sont encore ceux qui développent les applications de l'histologie à l'étude des néoplasmes, les modes d'extension et de propagation des cancers, l'envahissement néoplasique des vaisseaux. Bien qu'inachevé, le *Traité des tumeurs* n'en reste pas moins un monument solide, où se trouvent réunies des recherches originales que son auteur avait en partie publiées en divers mémoires.

Les anomalies du développement avaient attiré la curiosité de Broca : quelques-unes de ses publications traitent du bec-de-lièvre, des doigts et orteils surnuméraires, des exostoses de croissance.

Ces divers sujets comportaient au moins quelques applications chirurgicales. Mais Broca s'échappait volontiers de la chirurgie, et même ce qui contribua peut-être le plus à sa renommée au milieu de sa carrière, ce sont des recherches d'ordre médical, sur la localisation cérébrale de la fonction du langage articulé, où la chirurgie n'eut d'autre part que de lui permettre plus tard de faire disparaître l'aphasie par la trépanation chez un malade atteint d'un abcès du cerveau, et d'inaugurer ainsi le chapitre de médecine opératoire qui repose sur la notion de la topographie cranio-cérébrale.

Le sujet a trop d'importance, tant dans la vie de Broca que dans l'histoire de la médecine, pour que nous ne nous y arrêtions pas quelques instants.

Au pays de Bade, Gall, à 14 ans, avait remarqué que plusieurs de ses camarades, doués d'une excellente mémoire, avaient des yeux à fleur de tête, de ces yeux de bœuf, comme il les appelait et comme déjà les chants homériques dépeignaient ceux de l'irascible Junon. De cette remarque singulière, il induisit plus tard que toutes les facultés et les penchants de l'âme devaient se marquer sur le crâne par des bosses, indices d'un développement correspondant de la partie du cerveau qui leur était affectée. Ainsi fut créée la phrénologie, suite en quelque sorte de la physiognomonie de Lavater, qui prétendait lire sur les traits du visage le caractère des gens.

A Paris, toujours accueillant aux aventuriers du dehors, de nombreux adeptes prirent parti pour le système de Gall, malgré l'opposition de Laennec et de Cuvier. Gall plaçait son centre du langage et de la mémoire à la face inférieure du lobe frontal, à la partie postérieure du lobule orbitaire, dont le développement devait repousser les yeux en avant. Il ne faisait, d'ailleurs, nulle différence entre le côté droit et le côté gauche, et dans son Atlas, c'est du côté droit qu'est marqué sur la figure l'emplacement de ce centre.

Ce n'était guère qu'une vue de l'esprit. Mais, en 1825, un document plus sérieux fut apporté par Bouillaud, qui trouva des lésions des lobes antérieurs du cerveau dans des cas où les malades avaient perdu la parole, parce qu'ils avaient perdu soit la mémoire des mots, soit les mouvements nécessaires pour l'articulation de ces mots.

En avril 1861, Broca, chirurgien de Bicêtre depuis le 1er janvier, et qui s'intéressait à la question des troubles du langage dans leurs rapports avec les lésions du cerveau, parce qu'une discussion venait de s'élever à la Société d'anthropologie sur les localisations cérébrales, fit l'autopsie d'un malade, mort d'un phlegmon aigu de la cuisse, mais atteint depuis longtemps de perte du langage. Ce trouble, que Trousseau devait débaptiser pour l'appeler aphasie, Broca le désignait sous le nom d'aphémie et le définissait très exactement comme la perte du langage articulé, alors que tous les muscles obéissent à la volonté et que l'intelligence subsiste, quoique souvent amoindrie. Or, la lésion trouvée chez ce malade et visible encore sur son cerveau déposé au Musée Dupuytren, était un ramollissement étendu de l'hémisphère gauche. Broca pensa, comme on le croyait alors, que ce ramollissement était une lésion progressive, propagée de proche en proche, et parce que son malade, pendant une période de dix années, avait perdu seulement la faculté d'articuler les mots, il chercha le point où la lésion paraissait être la plus ancienne : c'était la troisième circonvolution frontale, et c'est là qu'il estima devoir placer, avec le plus de vraisemblance, l'organe central du langage articulé. Un peu plus tard, il confirma cette observation *princeps* et indiqua la coïncidence de l'aphémie avec l'hémiplégie droite et le siège habituel de la lésion dans la troisième frontale du côté gauche. Parrot, d'ailleurs, en 1863, avait observé une lésion de la troisième frontale sans aphémie. Puis, comme la coïncidence avec l'hémiplégie gauche était quelquefois notée, Broca imagina la théorie de la

Digitized by Google

gaucherie du cerveau et des suppléances, se laissant entraîner, pour soutenir une opinion qui devenait classique, à des hypothèses, ressource dont l'esprit humain n'est jamais à court pour boucher les trous de son ignorance.

Au demeurant, il y eut toujours quelques dissidences. La question de l'aphasie n'avait pas tardé à se compliquer lorsqu'on eut décrit, outre l'aphasie motrice, les aphasies dites sensorielles et qu'on eut trouvé chez les aphasiques des lésions situées ailleurs que dans la circonvolution de Broca. Aussi le sujet a-t-il fait couler beaucoup d'encre et soulevé nombre de discussions, qui même ont tourné plus d'une fois en polémiques.

On ne saurait aujourd'hui s'en tenir à la conception de Broca et de ses continuateurs immédiats. Notre éminent collègue, M. Pierre Marie, a publié, sur ce problème, des travaux fort suggestifs, nourris abondamment de faits et d'idées.

D'abord, il est de nombreux cas d'aphasie motrice sans lésion de la troisième circonvolution frontale gauche, et réciproquement des cas de lésion de cette circonvolution sans aphasie. La guerre, en multipliant ses blessures, n'a que trop clairement fait la preuve que les altérations de la troisième frontale n'entraînent pas l'aphasie et que celle-ci s'observe à la suite de lésions de la région pariéto-temporale gauche, en arrière du sillon de Rolando.

Ensuite, depuis qu'on sait poursuivre au microscope, dans la profondeur de l'encéphale, les dégénérescences secondaires des fibres nerveuses, qui sont pour les incitations parties des centres moteurs les conducteurs d'exécution, l'on n'a jamais pu démontrer l'existence d'un semblable faisceau de la parole, dégénéré chez l'aphasique.

A ces arguments anatomiques, la physiologie pathologique en ajoute quelques autres. Les sourds-muets, qui ne parlent pas parce qu'ils ne peuvent entendre pour les apprendre les sons conventionnels du langage articulé, ont pourtant une troisième circonvolution frontale normalement développée. Si c'était là un centre inné de langage, ils devraient parler, du moins dans une langue propre, incompréhensible, sans doute, aux autres hommes, mais articulée, modulée à la manière d'un langage inconnu, et non se borner à émettre des sons inarticulés, sortes de grognements ou de cris d'animaux. Or, l'on sait à quelle patiente éducation il est nécessaire de soumettre ces malheureux infirmes pour leur apprendre par la vue les mouvements qui sont nécessaires pour articuler un langage intelligible.

Un centre inné du langage supposerait pour l'homme un langage naturel qui serait peu différent pour tous les peuples. Il n'y a pas diverses manières de marcher, de courir, de prendre un objet suivant les nations, comme il y a des langues et des idiomes en quantité.

De même, si l'on envisage l'évolution du langage chez l'individu depuis la naissance, on voit que le nourrisson privé de la parole, l'*infans* des anciens, parvient à exécuter déjà beaucoup de mouvements pour s'essayer à marcher, à saisir des objets, qu'il sait rire et pleurer, sans pouvoir cependant encore prononcer autre chose que des syllabes isolées ou deux fois répétées. C'est que les mouvements de la marche, ceux de la préhension, ceux de la mimique sont régis par des centres innés et se développent naturellement, tandis que ceux du langage articulé sont conventionnels et n'expriment pas l'activité naturelle et spontanée d'un centre préformé.

Enfin, d'autres raisons sont encore tirées — ce qui est plus piquant — de l'anthropologie. L'évolution du langage écrit, au cours de l'histoire de l'humanité, commence avec les premiers essais de dessins, ébauchés par des peuplades sauvages : écriture représentative, destinée à figurer certains actes, à rappeler certains événements, mais qui est bien loin du vrai langage. Les idéogrammes des monuments égyptiens sont déjà des signes conventionnels, schématiques, destinés à évoquer des idées, même abstraites. Ce n'est que plus tard que l'écriture devient phonétique, c'est-à-dire reproduit non des idées, mais des sons : l'hiéroglyphe, qui d'abord désignait un objet dont le nom était monosyllabique, désigne dès lors le son syllabique, la syllabe même de ce mot et, pour les mots polysyllabiques, la première syllabe. Puis, de syllabique, cette écriture phonétique devient alphabétique, l'hiéroglyphe n'exprimant plus que le son initial de la syllabe, en s'isolant pour former le simple signe d'une lettre, de sorte que le langage écrit, ainsi perfectionné grâce aux combinaisons infinies des lettres, devient apte à traduire toutes les nuances phonétiques du langage oral. S'il y avait eu dans le cerveau humain des centres innés du langage écrit, eût-il fallu à nos ancêtres tant de milliers d'années pour arriver à traduire leur langage oral en langage écrit ?

Qu'on ne dise pas que de pareils centres ont pu se constituer graduellement par l'évolution naturelle, car ce langage écrit n'a guère été pendant de longs siècles que le privilège d'une élite, d'une minorité infime, et de nos jours encore, dans les pays même les plus civilisés, il n'est pas besoin de remonter à beaucoup de générations en arrière pour trouver dans la masse du peuple une majorité d'hommes ne sachant ni lire ni écrire et complètement ignorants du langage écrit.

Ainsi chancelle sur ses bases la théorie de la

Digitized by Google

localisation du langage dans le centre de Broca. Mais on ne détruit que ce qu'on remplace, et les opposants ont imaginé une autre théorie. Ils admettent que l'aphasie dépend de lésions qui peuvent occuper une zone étendue de l'écorce cérébrale, située dans la région pariéto-temporale de l'hémisphère gauche, et qui n'est pas un centre préformé du langage, ni même spécialisé pour cette fonction, mais un centre ou plutôt une réunion de centres multiples, adaptés par l'effort individuel à la fonction du langage. De la même manière, pour chacun des actes usuels, chaque individu adapte peu à peu des centres ou des cellules multiples de son cerveau qui s'associent et se prêtent un mutuel concours pour la bonne exécution de ces actes. C'est peut-être parce que les éléments de l'hémisphère gauche se développent un peu avant ceux de l'hémisphère droit que l'adaptation débute et prédomine à gauche.

On conçoit bien ainsi que, dans l'hémiplégie infantile du côté droit, qui frappe dès la plus tendre enfance l'hémisphère gauche, avant qu'il soit adapté au langage, l'enfant puisse néanmoins par la suite apprendre à parler, parce qu'il dispose d'autres centres et d'autres cellules cérébrales qu'il peut adapter à l'exercice de cette fonction.

Quel que soit le sort de la théorie nouvelle, s'ensuit-il que la découverte de Broca soit de nulle valeur et qu'il faille, comme tant d'autres, la reléguer dans l'ombre des vains souvenirs ? En aucune manière. Il reste à Broca un très grand mérite et deux faits exacts subsistent.

D'abord, il a décrit avec grande précision le syndrome clinique de ce que nous appelons aujourd'hui l'aphasie motrice, le type Broca de l'aphasie, que ses devanciers avaient entrevu d'une manière un peu confuse et sans le dégager nettement.

Ensuite, il a reconnu que ce trouble du langage dépend de lésions cérébrales qui siègent habituellement dans l'hémisphère gauche et, de plus, il a décrit, en même temps que l'anatomie des circonvolutions du cerveau, la morphologie de la troisième frontale qui garde très justement le nom de circonvolution de Broca.

Ses travaux sont comme la pierre de base sur laquelle s'est édifiée la notion féconde des localisations cérébrales. Il ne fut plus possible de considérer l'écorce du cerveau comme un tissu d'essence supérieure, dont les parties étaient indifféremment propres à toutes les manifestations de l'activité nerveuse ; il fallut renoncer à la doter d'un régime d'exception, comme si elle échappait aux règles qui gouvernent la structure et la fonction des autres organes. Ainsi put s'établir et se développer l'application de la méthode anatomo-clinique à la pathologie nerveuse qui en a retiré de merveilleux profits.

Ce n'est pas la seule fois, d'ailleurs, dans l'histoire des sciences, qu'un fait mal interprété n'en soit pas moins la source d'un progrès réel, et s'il est exact que souvent la vérité d'aujourd'hui devienne l'erreur de demain, n'arrive-t-il pas aussi que la vérité d'aujourd'hui soit faite des erreurs d'hier ? La vérité, celle du moins que nous pouvons voir, n'est-elle pas toujours relative et n'est-ce pas seulement sa forme que nous apercevons sans la saisir jamais tout entière et la maîtriser vraiment ?

Ce qui n'a pas peu contribué au grand retentissement des travaux de Broca sur le centre du langage, c'est qu'ils donnaient l'occasion de s'affronter à deux doctrines philosophiques. Spiritualistes et matérialistes, comme on les appelait alors, se combattirent en attaquant ou défendant l'existence des localisations cérébrales. Pour les premiers, l'idée que telle partie du cerveau pût élaborer telle manifestation de l'activité psychique et sécréter de la pensée, selon leur expression dédaigneuse, était un affreux sacrilège : comment rabaisser la noblesse de l'âme à l'humble condition d'un suc digestif ? Et les autres de triompher en montrant que la métaphysique, incapable d'expliquer la variété des fonctions cérébrales, devait reculer devant la physiologie dont les précisions rendaient compte de certains actes de l'intelligence. La politique et la religion s'en mêlèrent et les discussions ne restèrent pas toujours dans le ciel pur de la sérénité scientifique.

Aussi bien, politique et religion s'attaquaient-elles dans le même temps à l'anthropologie, cette jeune science qui devait à Broca son essor, et dont relevait, non moins que de la pathologie, la question du langage.

C'est en 1847 que Broca fut amené à faire ses premières recherches anthropologiques. Adjoint, en qualité d'aide d'anatomie, par le préfet de police à une commission qui devait faire un rapport sur les fouilles de l'ancienne église des Célestins, il eut à examiner des crânes humains mis au jour dans ces fouilles. Les études craniologiques étaient alors assez rares. Elles n'étaient guère que du ressort d'une Société ethnologique de Paris, fondée en 1838 par William Edwards, mais qui se perdait en controverses sur la création de l'homme, sur les doctrines du monogénisme et du polygénisme et sur l'émancipation des nègres. Elle devait disparaître, d'ailleurs, en 1848, après que la République eut aboli l'esclavage dans nos colonies.

Broca, ainsi amené à l'étude de ces questions d'ethnologie et d'origine des espèces, observa certains faits d'hybridité et de fécondité des métis

Digitized by Google

d'espèces, chez les léporides, produits du croisement du lièvre et du lapin. Ces faits, qui étaient contraires au monogénisme et au dogme de Cuvier, il les exposa en janvier et février 1858 à la Société de biologie ; mais Rayer, le président, inquiet de voir soulever une discussion qui touchait à la religion, pria Broca de mettre fin à ses communications. C'est dans le Journal de physiologie que parut le travail sur l'hybridité animale en général et sur l'hybridité humaine en particulier.

Broca sentit alors la nécessité de fonder une société indépendante pour l'étude des questions anthropologiques. La tâche était difficile, car il n'arriva péniblement qu'à grouper dix-huit collègues. Et puis les lois en vigueur sous l'Empire n'étaient pas accueillantes aux sociétés dont le programme pouvait s'écarter des opinions bien pensantes. Il fut interdit à la nouvelle compagnie, comme à Figaro, de rien dire contre l'ordre social, la religion, le gouvernement ; la présence à ses séances d'un agent de police en bourgeois lui fut imposée. Mais le gendarme était bon enfant et il lui arriva de demander un congé que Broca, sans pitié, parce qu'il se défiait des indiscrétions et des représailles administratives, se garda bien de lui octroyer.

La première séance se tint le 19 mai 1859 et l'autorisation officielle ne fut accordée qu'en 1861 ; puis, sous le ministère plus libéral de Duruy, la société fut reconnue d'utilité publique. Elle prit le nom de Société d'anthropologie. L'anthropologie, c'était, comme Broca la définissait, l'étude du groupe humain, considéré dans son ensemble, dans ses détails et dans ses rapports avec le reste de la nature. Programme d'une grandeur singulière ! La zoologie, l'anatomie comparée, la physiologie, la géologie et la paléontologie, l'archéologie préhistorique, la linguistique, la mythologie, l'histoire, la psychologie, la pathologie n'étaient que des branches de l'arbre majestueux. Il fallait un esprit encyclopédique comme celui de Broca pour fonder une telle Société, la diriger, l'animer. Il en resta jusqu'à sa mort le secrétaire général et l'on a pu dire avec raison qu'il en fut l'âme. Rien de ce qui est humain ne pouvait rester étranger à la jeune société, dont le vers de Térence était la vraie devise. Elle devait étudier l'homme à travers les âges de sa vie et ceux de son histoire, s'enquérir de sa constitution, de ses variations, de ses faits et gestes et de toutes ses œuvres, œuvres de sa chair, œuvres de ses mains, œuvres de sa pensée.

L'ampleur de son programme contrastait étrangement avec l'exiguïté de ses moyens. Mais ceux-ci, peu à peu, grâce à Broca, s'accrurent. En 1867, il put installer un laboratoire d'anthropologie à l'École pratique, dans deux petites pièces au-dessus du musée Dupuytren ; Hamy fut son préparateur. Ce laboratoire fut rattaché l'année suivante à l'École des Hautes-Études. La Revue d'anthropologie, fondée en 1872, publia les travaux de la Société, ainsi que ceux qui se faisaient de tous côtés à son exemple. Puis, en 1875, l'École d'anthropologie devint pour elle un organe d'enseignement et de propagande ; elle s'installa dans un grenier de l'église des Cordeliers, au second étage des bâtiments du musée Dupuytren, cédé gracieusement par le doyen Adolphe Wurtz. Avant même l'ouverture des cours, l'École en projet était dénoncée comme vouée aux idées matérialistes et athées : si bien que l'autorisation d'enseigner ne fut accordée qu'annuellement et individuellement à chaque professeur. L'inauguration eut lieu le 15 décembre 1876 et Broca y prononça un discours magistral qui traçait le vaste programme de l'anthropologie et qui était un magnifique plaidoyer *pro domo*.

Tandis qu'il déployait ses remarquables talents d'organisateur, il donnait aussi l'exemple du travail scientifique. Il introduisait d'emblée dans les études anthropologiques la précision mathématique, imaginant nombre d'instruments pour obtenir des mesures exactes en craniométrie et anthropométrie. La liste en est longue, ce sont : le craniographe, les goniomètres, goniomètre flexible et goniomètre d'inclinaison, goniomètre occipital, goniomètre auriculaire et demi-goniomètre facial, le cranioscope, le crochet spénoïdal, le stéréographe, le cadre à maxima, le compas micrométrique, l'équerre flexible auriculaire, le porte-empreinte cranien, l'endomètre, l'endographe, le pachymètre, la roulette millimétrique, le crochet turcique, les sondes optique et acoustique, le double disque à recomposer le compas, le cyclomètre. Il rédigea, dès 1865, des *Instructions générales pour les recherches et observations anthropologiques*, suivies, en 1875, d'*Instructions craniologiques et craniométriques*.

En outre, il publiait des travaux originaux sur la nomenclature et la morphologie du cerveau, sur la topographie cranio-cérébrale, sur le grand lobe limbique et la scissure limbique dans la série des mammifères, sur les centres olfactifs, sur les primates, sur les troglodytes de la Vézère, sur les amulettes craniennes. S'il écartait en plus d'un point des données classiques, il protestait néanmoins contre les exagérations de la théorie de la sélection naturelle, lentement progressive, qui considérait les êtres vivants comme les anneaux réguliers d'une chaîne ininterrompue.

A l'École d'anthropologie, Broca professait l'anthropologie anatomique. Mais s'il faisait de l'anatomie la base nécessaire des connaissances anthropologiques, il savait l'animer par des vues physio-

Digitized by Google

logiques et sociologiques. Sous son impulsion, l'anthropologie est devenue la physiologie de l'humanité.

Bien que l'anthropologie absorbât une grande partie de son temps, il n'en continuait pas moins son enseignement à la Faculté de médecine, où il avait été nommé professeur de pathologie externe en 1867, pour passer bientôt à la clinique chirurgicale, d'abord à la Pitié, puis à l'hôpital des Cliniques.

Au lendemain de nos désastres, en 1871, soucieux du relèvement de notre pays, il fut l'un des fondateurs de l'Association française pour l'avancement des sciences ; il siégea dans son conseil d'administration et en fut le vice-président en 1876.

L'Académie de médecine, qui l'avait élu, en 1866, le porta, en 1880, à la vice-présidence.

La même année, le premier Sénat de la République, s'honorant d'appeler à soi, pour se compléter, des notabilités scientifiques, le nomma sénateur inamovible. Il n'y fit guère que rédiger un rapport sur l'enseignement secondaire des jeunes filles. A l'une des séances, il fut pris d'un malaise subit, rentra chez lui et quelques heures plus tard expira dans un accès d'angine de poitrine, le 9 juillet 1880. Il n'avait que cinquante-six ans.

Toutes les fondations anthropologiques de Broca et c'était, peut-on dire, l'anthropologie tout entière, quoique fort ébranlées par sa fin brutale, n'en restèrent pas moins debout, tant il en avait assuré la solidité.

Frappé en pleine puissance de travail, les infirmités de l'âge lui furent épargnées, avec les regrets que laisse de surcroît une activité amoindrie. Mais s'il eût vécu davantage, combien se fût-il réjoui de voir les progrès de ses créations, auxquels il n'eût pas manqué de prendre une part nouvelle ! Depuis son avènement, l'anthropologie n'a pas cessé de gagner en importance scientifique et sociale. Quel passionnant problème que l'origine de l'humanité ! Combien Broca eût-il pris d'intérêt à la découverte de ces crânes préhistoriques, dont l'étude nous laisse déchiffrer les mœurs et les aptitudes de nos plus lointains ancêtres. Est-il plus merveilleuse épopée que l'aventure de l'homme primitif, égaré dans la nature hostile et s'élevant par de millénaires efforts à cette royauté sur la terre, qu'il s'attribue avec quelque prétention peut-être, mais non tout à fait sans droit ?

Il n'est pas pour notre entendement de plus captivant problème, s'il en est de plus grands. Au surplus, rien n'est grand, rien n'est petit dans la nature au regard du savant, ou plutôt tout est trop grand pour nos faibles yeux. Suivant une comparaison qui plaisait à Ranvier, le globule blanc qui roule obscurément dans notre sang n'est pas un objet de moindre importance pour l'étude que l'astre étincelant qui se meut dans l'immensité des cieux. Microscope et télescope sont égaux au service de la science.

Voyez combien misérable à sa naissance est le petit de l'homme ! Pauvre roitelet de la création qu'une couronne écraserait et dont maint animal ne ferait qu'une bouchée ! Nu, incapable de se défendre du froid, de se nourrir, de marcher, que dis-je ? de ramper, incapable de tout, sauf gémir sa misère ! Et quand il parut sur la terre, combien semblait-il inférieur à tant d'autres êtres, ses aînés, l'homme primitif, tapi dans des cavernes, fuyant l'ennemi qui de toutes parts l'assaillait ! Mais déjà le roseau pensait. Debout, parmi les animaux, cet homme lève ses regards au ciel. Sa main, libre d'entraves, affranchie du poids de son corps, à mille usages s'emploie. Au cours de longs siècles, l'homme apprend à chasser sa proie, à se tailler des armes et des outils, à se construire des abris, à se tisser des vêtements. Il domestique des animaux et fait lever des moissons. Il arrache le feu du ciel et dompte les éléments. Citoyen du monde, il parcourt les terres, les mers et puis les airs. Il lutte contre la maladie et fait reculer la mort. Il imagine un langage qui rend les nuances les plus délicates de ses pensées et que n'arrêtent ni le temps ni l'espace. Il cultive en son sein la fleur de l'idéal et connaît la douceur de vivre. Animal politique, dira Aristote, il se groupe en sociétés : familles, clans, nations, et peut-être un jour États-Unis des bonnes volontés ! Singulier mélange de faiblesse et de force ! En tout son être et dans tous ses actes, il y a de l'ange, il y a de la bête : un Pascal peut à son gré rabaisser l'un, rehausser l'autre.

Cette science de l'humanité qui nous dévoile l'histoire de cette prodigieuse évolution avait bien de quoi séduire le noble esprit du fondateur de l'anthropologie. Grâces lui soient rendues d'en avoir tracé le plan et compris la grandeur.

Mais pourquoi faut-il qu'après s'être délivré de tant de dangers qui le menaçaient, l'homme n'ait encore de pire ennemi que son semblable ? N'est-ce donc que dans les mots qu'humanité est presque synonyme de bonté ? Ayons néanmoins l'espérance et la foi que cette marche au progrès, qui se poursuit depuis tant de milliers d'années, ne saurait s'arrêter et travaillons à hâter la venue du jour où définitivement s'établira la paix parmi les hommes.

Professeur Ch. ACHARD,
Professeur à la Faculté de Médecine,
Secrétaire général de l'Académie de Médecine.

Digitized by Google

LA VITESSE DE LA LUMIÈRE ET LES THÉORIES DE L'ÉTHER

Des nombreuses expériences d'interférence et de diffraction, réalisées par Young et surtout par Fresnel, on peut déduire avec certitude que la lumière est due à *quelque chose de périodique* qui se transmet à travers le vide et les milieux matériels transparents. L'hypothèse la plus simple, et c'est celle que fit Fresnel, était d'assimiler ce quelque chose de périodique à un mouvement vibratoire se produisant et se propageant dans un milieu appelé éther qui existerait dans le vide le plus parfait et imprégnerait les solides les plus compacts : c'est la théorie élastique de la lumière, inspirée des recherches sur les ondes sonores et de l'étude de la propagation des mouvements vibratoires dans les milieux matériels. Sur cet éther hypothétique on ne sait rien, sinon qu'il propage la lumière avec une certaine vitesse. La mesure de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide et dans les corps transparents a fourni les seules données positives qu'on possède sur l'éther.

La comparaison, réalisée par Foucault, entre les vitesses de propagation de la lumière dans l'eau et dans l'air a apporté un argument très important en faveur de la théorie des ondulations. Si on assimile l'éther à un milieu élastique, une formule fondamentale, due à Newton, établit une relation entre la vitesse de la lumière, le coefficient d'élasticité de l'éther et sa masse spécifique. Maxwell a établi théoriquement une formule reliant la vitesse de la lumière et le rapport des unités électrostatique et électromagnétique de quantité d'électricité, et sa vérification a fourni l'un des premiers arguments en faveur de la théorie électromagnétique. Enfin, c'est la comparaison de la vitesse de la lumière dans diverses directions à la surface de la Terre, comparaison réalisée dans la célèbre expérience de Michelson, qui a fait éclore les théories de la relativité.

Dans ces théories, la vitesse de la lumière joue un rôle de premier plan et apparaît comme une vitesse limite que ne peut atteindre la vitesse d'aucun corps matériel. Elle intervient dans la règle de composition des vitesses qu'établit la cinématique relativiste, et une expérience déjà ancienne de Fizeau sur la vitesse de la lumière dans les milieux transparents en mouvement constitue la vérification la plus certaine, peut-être même la seule incontestable jusqu'ici, que l'expérience ait apportée aux théories de la relativité. La variation que subirait, d'après cette théorie, la vitesse de la lumière dans un champ de gravitation intense a donné lieu à de fort intéressantes expériences lors des éclipses de Soleil de 1919 et 1922, sans que peut-être l'accord signalé entre les résultats expérimentaux et les prévisions de la théorie ait toute la certitude que d'aucuns pensent pouvoir lui accorder.

Dans cet article, nous voudrions rappeler brièvement les recherches dont a été l'objet la vitesse de la lumière, dans les conditions les plus variées, et montrer les répercussions que ces expériences ont eues sur nos hypothèses relatives à l'éther.

I. LA VITESSE DE LA LUMIÈRE

Les déterminations expérimentales. — 1. Les observations courantes suffisent à montrer que la lumière se propage avec une très grande vitesse : l'éclairement produit par une source se manifeste à toute distance appréciable dès que les écrans qui la cachent sont supprimés ; la traînée lumineuse projetée par un phare tournant, qui devrait avoir une forme courbe si la durée de propagation jusqu'à la limite des points visibles n'était extrêmement petite, paraît rectiligne.

Descartes admettait que la lumière se transmet instantanément d'un point à un autre. Sans faire aucune hypothèse précise sur la nature de la lumière, il la comparait à d'autres phénomènes plus intuitivement accessibles : « La lumière, écrit-il, n'est autre chose dans les corps lumineux qu'un certain mouvement ou une action fort prompte et fort vive qui passe vers nos yeux par l'entremise de l'air et des autres corps transparents, en même façon que le mouvement ou la résistance des corps que rencontre un aveugle passe vers sa main par l'entremise de son bâton. » Pour Descartes, la lumière issue d'une source manifeste instantanément son action à l'extrémité du rayon, tout comme les obstacles du sol se manifestent instantanément à la main de l'aveugle par l'intermédiaire du bâton.

La comparaison de Descartes n'est pas aussi probante qu'il le pensait ; le milieu absolument rigide qui transmettrait instantanément les impulsions lumineuses est bien difficile à concevoir. La théorie de l'émission et celle des ondulations, éminemment explicatives, comportent l'idée d'une propagation de proche en proche, mettant un certain temps à s'effectuer.

C'est Galilée qui a, le premier, tenté d'étudier expérimentalement la propagation de la lumière. Deux observateurs A et B, situés à une certaine distance l'un de l'autre, étaient munis d'une lanterne dont ils pouvaient intercepter la lumière par un écran ; A démasquait sa lanterne ; aussitôt

Digitized by Google

que B apercevait le signal, il démasquait la sienne. L'intervalle de temps qui s'était écoulé entre l'instant où A démasquait sa lanterne et celui où il percevait le signal envoyé par B devait représenter le temps nécessaire à la lumière pour aller de A à B et revenir. L'expérience, réalisée par Galilée sur une distance de 200 mètres environ et par les académiciens del Cimento sur une distance de 2 kilomètres, ne fournit aucun résultat. Nous savons aujourd'hui que les durées de propagation sur de telles distances étaient beaucoup trop faibles pour être perçues avec les moyens par trop rudimentaires dont disposaient Galilée et ses contemporains. La méthode, excellente en principe, devait être reprise beaucoup plus tard par Fizeau.

2. C'est sur les très grandes distances qui interviennent en astronomie que Rœmer a constaté le premier, en 1676, l'existence d'une vitesse finie de propagation de la lumière. Il fut amené à cette conclusion en essayant d'interpréter les observations faites par Cassini sur un des statellites de Jupiter. Cette planète, située à une distance du Soleil égale à cinq fois environ celle de la Terre, effectue sa révolution en un peu moins de douze ans ; autour d'elle gravitent plusieurs satellites. A chacune de ses révolutions un satellite déterminé passe dans le cône d'ombre de Jupiter et, n'étant plus éclairé par les rayons de Soleil, disparaît pour les observateurs terrestres. La durée qui s'écoule entre deux disparitions consécutives du satellite le plus rapproché de la planète, ou premier satellite, est de 42 heures, 28 minutes, 36 secondes. On peut,

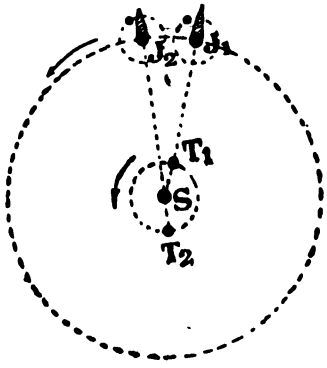


Fig. 91. — Vision de la lumière.

ayant noté l'heure où s'observe une éclipse du satellite, calculer l'heure où devront s'observer toutes les éclipses suivantes. En réalité, si l'on fait ce calcul à partir d'une éclipse observée lorsque la Terre et Jupiter occupent les positions T_1 et J_1 (fig. 91) (les deux astres sont *en conjonction* par rapport au Soleil), les éclipses suivantes sont perçues sur la Terre avec un retard sur l'heure calculée qui va en croissant à mesure que la Terre s'éloigne de Jupiter ; ce retard atteint son maximum lorsque, au bout d'un peu plus de six mois, la Terre et Jupiter sont venues en T_2 et J_2 (les deux astres sont *en opposition* par rapport au Soleil) ; les éclipses sont alors perçues 16 minutes, 26 secondes après l'heure prédite.

Rœmer eut l'idée géniale d'attribuer ce retard au temps mis par la lumière pour parcourir le diamètre de l'orbite terrestre, différence des distances de la Terre à Jupiter entre les positions T_1 et T_2. En effet, la Terre continuant à tourner à partir de la position T_2 et se rapprochant de Jupiter, le retard va en diminuant et les éclipses sont perçues à nouveau à l'heure prédite, quand la Terre et Jupiter sont revenues en conjonction.

Il résulte de ces observations que la lumière met 16 minutes, 26 secondes, soient 986 secondes, pour parcourir le diamètre de l'orbite terrestre égal à 300 millions de kilomètres environ. La vitesse de la lumière est donc :

$$c = \frac{300.000.000}{986} = 304.000 \text{ kilomètres par seconde (1).}$$

3. On doit à Fizeau la première méthode permettant de rendre sensible et de mesurer la vitesse de la lumière entre deux stations terrestres. Le problème, technique, revenait à évaluer avec précision un temps extraordinairement court, de

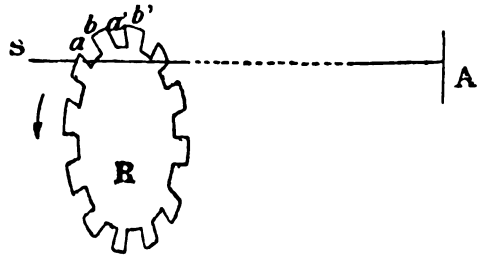


Fig. 92. — Vitesse de la lumière. Méthode de Fizeau.

l'ordre du dix-millième de seconde. Fizeau reprit, sous une forme susceptible de réalisation, l'expérience tentée autrefois par Galilée Sa méthode consiste à lancer un rayon de lumière entre les dents d'une roue dentée R et à le faire réfléchir à quelques kilomètres, sur un miroir plan A (fig. 92). Quand la roue est au repos, le rayon réfléchi rencontre, à son retour, le creux par où était passé le rayon incident ; il peut être perçu par un observateur situé derrière la roue. Si la roue est animée d'un mouvement de rotation et tourne de plus en plus vite, il arrive, pour une certaine

(1) Le diamètre de l'orbitre terrestre n'était connu au XVIIIe siècle que d'une façon approchée ; aussi Rœmer trouva-t-il, pour la vitesse de la lumière, une valeur légèrement plus grande, 327.000 kilomètres par seconde.

Digitized by Google

vitesse de rotation, que le rayon lumineux, lancé à travers un creux *a* rencontre, à son retour, la dent suivante *b*, l'observateur situé derrière la roue ne reçoit plus le rayon réfléchi. Quand cette *éclipse* se produit, le temps mis par la lumière pour aller de la roue au miroir et revenir est égal au temps mis par une dent de la roue pour se substituer au creux précédent ; ce temps se déduit aisément du nombre de dents et de creux que porte la roue et du nombre de tours qu'elle effectue en une seconde. Fizeau obtint ainsi 306.000 kilomètres par seconde.

Les résultats. — 1. D'autres déterminations, faites, soit par la méthode de Fizeau, soit par une méthode différente dite du *miroir tournant*, fournissent, pour la vitesse de la lumière dans le vide, une valeur très voisine de 300.000 kilomètres par seconde, soient 30 milliards de centimètres par seconde, qu'on écrit : 3×10^{10} cm. : sec.

C'est là une vitesse extrêmement considérable, dont on aura une idée en remarquant qu'en une seconde la lumière ferait sept fois le tour de la Terre.

On évalue les distances énormes qui interviennent en astronomie stellaire en *années-lumière* : une année-lumière est la distance que franchit la lumière en une année. Une des étoiles le plus rapprochée de nous, α-Centaure, se trouve à une distance de 4,3 années-lumière, c'est-à-dire à une distance telle que sa lumière met 4,3 années à nous parvenir. La plupart des étoiles sont à des distances bien supérieures, qui se chiffrent par centaines ou même par milliers d'années-lumière. Celles dont la distance à la Terre n'est pas supérieure à 100 années-lumière doivent être regardées comme de proches voisines.

Les étoiles accessibles à nos instruments, au nombre de près de deux milliards, forment un immense système aplati, appelé Galaxie, de forme lenticulaire, dont les énormes dimensions sont encore assez mal connues : les valeurs de son diamètre, données par divers auteurs, varient entre 15.000 et 60.000 années-lumière ; celles de son épaisseur entre 3.000 et 10.000 années-lumière.

Les nébuleuses spirales semblent être des univers distincts du nôtre, de dimensions comparables, situés à des distances énormes : la grande nébuleuse d'Andromède est peut-être à une distance de 500.000 années-lumière ; les toutes petites spirales seraient à des distances de l'ordre de 100.000.000 d'années-lumière ; nous les voyons, non telles qu'elles sont maintenant, mais telles qu'elles étaient il y a des millions d'années. L'imagination ne parvient pas à concevoir de pareilles distances.

2. L'observation des étoiles variables montre que la vitesse de propagation dans le vide doit être la même pour toutes les radiations. S'il n'en était pas ainsi, lors de l'extinction, la radiation qui aurait la plus petite vitesse devrait être perçue la dernière ; lors de la réapparition, la radiation la plus rapide devrait être perçue la première ; la teinte de la lumière reçue présenterait des variations qui n'ont jamais été observées.

Dans les milieux matériels, la vitesse de la lumière est toujours plus petite que dans le vide. Elle a pour valeur $\frac{300.000}{n}$ kilomètres par seconde, dans une substance dont l'indice de réfraction est n. Dans l'eau, par exemple, dont l'indice de réfraction est $\frac{4}{3}$ la vitesse de la lumière est $\frac{300.000\times3}{4}=225.000$ km. : sec.

L'indice de réfraction d'un milieu matériel, variant avec la longueur d'onde des radiations, il en est de même de la vitesse de la lumière (1).

3. L'expérience de Michelson établit que la lumière issue d'une source terrestre se propage à la surface de la Terre avec la même vitesse, quelle que soit la direction de propagation, que cette direction coïncide avec celle du mouvement de la Terre au point où l'on fait l'expérience, ou qu'elle lui soit perpendiculaire : la lumière se propage avec la même vitesse dans toutes les directions pour un observateur au repos vis-à-vis de la source lumineuse.

La vitesse de la lumière reste encore la même lorsque la source lumineuse est en mouvement par rapport à l'observateur. C'est ce qui résulte notamment des observations faites par de Sitter sur les étoiles doubles.

On traduit les deux résultats précédents en disant que la vitesse de la lumière dans le vide garde la même valeur, c=300.000 km. : sec., suivant toutes les directions et pour tous les systèmes de références animés les uns par rapport aux autres de mouvements rectilignes et uniformes.

En dehors des vérifications directes auxquelles il vient d'être fait allusion, cette constance peut être considérée comme établie par l'accord avec l'expérience de l'ensemble des prévisions tirées des lois de l'électromagnétisme. Les équations de Maxwell impliquent, en effet, que toutes les perturbations électromagnétiques se propagent dans le vide, suivant toutes les directions, avec une même vitesse, quel que soit le mouvement des observateurs, pourvu que ceux-ci emploient toujours les mêmes unités de longueur et de temps. Or, ces lois se vérifient avec une très grande précision, à quelque moment de l'année que les expé-

(1) L'indice des gaz est voisin de l'unité pour toutes les radiations, en sorte que pour les gaz, la vitesse de la lumière peut approximativement être prise égale à 300.000 km. : sec., pour toutes les radiations

Digitized by Google

riences soient faites, c'est-à-dire quel que soit le mouvement d'ensemble du système de référence auquel les observateurs sont liés.

Cette loi expérimentale, qu'Einstein a érigée en principe fondamental de la physique, est en contradiction avec les conceptions anciennes, relatives à la composition des vitesses des systèmes en mouvement.

Prenons comme exemple un train qui parcourt, avec une vitesse constante v, une longue voie rectiligne. Un signal lumineux étant produit au milieu du train, supposons sa vitesse de propagation mesurée, d'une part, par des observateurs qui se trouvent dans le train et, d'autre part, par des observateurs qui sont postés sur le talus bordant la voie ferrée.

Pour des observateurs situés dans le train, qui se déplacent avec la source de lumière, il résulte, de l'expérience de Michelson, que la vitesse a une valeur c égale à 300.000 kilomètres par seconde, quelles que soient la vitesse du train et la direction dans laquelle on envisage la propagation, vers l'avant ou vers l'arrière du train.

Considérons maintenant des observateurs situés sur le talus : si, au lieu d'un signal lumineux, on lançait dans le train, vers l'avant, un projectile animé d'une vitesse w par rapport au train, ce projectile aurait, pour ces observateurs, une vitesse $w+v$, égale à celle qu'il possède vis-à-vis des observateurs du train, augmentée de la vitesse du train ; un projectile lancé vers l'arrière avec la même vitesse w aurait pour des observateurs situés sur le talus la vitesse $w-v$. Il pourrait sembler naturel d'étendre cette règle de la composition des vitesses à la propagation des signaux lumineux : pour des observateurs situés sur le talus, la vitesse de propagation du signal dirigé vers l'avant du train, devrait être $c+v$, et celle du signal dirigé vers l'arrière devrait être $c-v$. Or, nous avons indiqué que la vitesse de propagation de la lumière est indépendante du mouvement relatif de la source vis-à-vis de l'observateur et garde une valeur invariable c. La règle de composition des vitesses, applicable aux projectiles en mouvement dans le train, n'est plus valable pour le signal lumineux. L'analyse minutieuse des notions physiques de temps et d'espace, qui a été le point de départ des théories relativistes, a permis de résoudre la difficulté précédente.

Sans entrer dans le développement de cette théorie, signalons qu'elle aboutit à cette conclusion que la vitesse, par rapport à un observateur situé sur le talus, d'un mouvement s'effectuant avec la vitesse w par rapport au train, animé lui-même d'une vitesse v vis-à-vis du talus, n'est pas $v+w$ comme nous l'avons supposé dans notre raisonnement et comme nous l'enseigne la mécanique classique mais :

$$W = \frac{v+w}{1+\frac{vw}{c^2}}$$

L'écart entre le résultat fourni par cette règle et celui admis par la mécanique classique ne devient appréciable que pour des vitesses énormes, d'un ordre de grandeur comparable à celui de la vitesse de la lumière c.

Si le signal lancé dans le train est un signal lumineux se propageant, dans le train, avec la vitesse c, la vitesse de propagation vis-à-vis du talus est :

$$W = \frac{v+c}{1+\frac{vc}{c^2}} = c,$$

en accord avec ce qu'on sait sur la constance de la vitesse de propagation de la lumière.

Il est facile de vérifier, sur cette formule, que la composition d'un nombre quelconque de vitesses inférieures à c donne toujours une vitesse inférieure à c : un mobile ne pourra jamais atteindre la vitesse de la lumière par accroissements successifs à partir d'un mouvement antérieurement acquis.

Role de la vitesse de la lumière dans la théorie de la relativité. — 1. Considérons deux systèmes A et B, animés l'un par rapport à l'autre d'un mouvement rectiligne et uniforme de vitesse v ; supposons que l'un des systèmes A renferme une règle dirigée suivant le sens du déplacement relatif, dont la longueur, pour un observateur situé dans ce système, soit égale à l. Pour un observateur situé dans le système B, il résulte des théories de la relativité que la longueur de la règle sera inférieure à l et égale à $l\times\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

La règle en mouvement est donc plus courte que la même règle au repos et d'autant plus courte que sa vitesse est plus grande ; elle s'annulerait pour une vitesse égale à celle de la lumière.

De même, supposons que le système A renferme une horloge dont le balancier batte la seconde pour un observateur situé dans ce système. La théorie de la relativité établit que la durée du battement est égale à $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, pour un observateur situé dans le système B. Cette durée est supérieure à 1, et d'autant plus que la vitesse v est plus grande. L'horloge en mouvement marche plus lentement qu'au repos. Pour une vitesse égale à celle de la lumière, la durée du battement serait infini, le temps serait suspendu.

Le radical qui s'introduit dans l'évaluation des

Digitized by Google

longueurs et dans celle des temps deviendrait imaginaire si la vitesse dépassait celle de la lumière. Une telle éventualité est à rejeter. La vitesse de la lumière apparaît ainsi comme une vitesse limite que ne peut atteindre, et à plus forte raison dépasser, la vitesse d'aucun corps matériel.

L'expérience montre qu'aucun messager ni aucun signal ne se déplace, par rapport à un système quelconque, avec une vitesse supérieure à celle de la lumière. Les particules β émises par les corps radio-actifs ont des vitesses que l'expérience a permis de mesurer et qui toutes, quoique s'approchant beaucoup de celle de la lumière, jusqu'à en atteindre les $\frac{99}{100}$, lui restent nettement inférieures.

Un système animé d'une telle vitesse jouirait de propriétés vraiment paradoxales : « C'est un moyen excellent de nous rendre compte des distances énormes qui séparent les étoiles, écrit un des apôtres de la nouvelle doctrine, Eddington, que d'imaginer un voyage à travers l'espace avec la vitesse de la lumière. Un jeune voyageur s'installe sur un tapis magique, emportant avec lui des provisions pour un siècle. Quand il atteint le but de son voyage, par exemple Arcturus, ce n'est plus qu'un centenaire décrépit ? Non, pas du tout ! Il est parfaitement exact que le voyage aura duré quelque chose comme un siècle pour les calendriers terrestres ; mais le voyageur arrive à destination sans être plus âgé qu'à son départ, et il n'aura pas eu le temps de songer à manger. Aussi longtemps qu'il a la faculté de voyager avec la vitesse de la lumière, il possède l'immortalité et une éternelle jeunesse ! S'il trouve maintenant le moyen de revenir sur la terre, il pourra s'apercevoir que les siècles y ont accompli leur œuvre, tandis que lui ne se sent pas plus vieux d'un jour, pour lui le voyage n'a duré qu'un instant. »

2. Sans méconnaître la belle synthèse des phénomènes naturels que réalise la théorie de la relativité, il semble bien que l'on dépasse ses limites de validité quand on l'applique aux phénomènes biologiques : « Le temps ne se mesure pas seulement aux oscillations du pendule, fût-ce à celles d'un hypothétique pendule lumineux ! mais à l'écoulement du sable de la clepsydre, à la combustion (du flambeau). La vieillesse n'est pas réglée uniquement par les battements du cœur, mais par la lente usure chimique du rein, du foie, du cerveau. Pourquoi l'inexorable déchéance serait-elle ralentie partout suivant une loi unique en fonction de la vitesse de lumière (Daniel Berthelot). »

3. La théorie relativiste fait perpétuellement appel à la vitesse de la lumière : « On croirait que les hommes n'ont pas d'autres moyens de communication que les signaux optiques. Pour le céleste voyageur qui se meut à 300.000 kilomètres par seconde, le vœu de Lamartine est exaucé :

O temps, suspends ton vol !

« Mais cela, nous le savions depuis longtemps. Si nous nous bornons à un univers purement visuel, la chose est presque intuitive. Un observateur s'éloigne de la terre avec la vitesse de la lumière au moment où se passe un grand événement, la bataille de Fleurus, si vous voulez. Pour lui, le temps n'avancera pas. Il verra indéfiniment Fleurus. S'il se meut un peu moins vite, le cours du temps, au lieu d'être arrêté, sera simplement ralenti. Cent ans après Fleurus, il pourra se croire sous le règne de Charles X ou sous celui de Napoléon III.

« Inversement, supposons qu'il aille plus vite que la lumière : il remontera le temps. Après Fleurus, il verra Bouvines. Il rejoindra dans l'espace, les images et les visions émanées du sol natal à l'époque des druides ou de Vercingétorix ; il deviendra contemporain du mégathorium ou du plésiosaure.

« Sur ce point, la métaphysique dépasse même la physique d'Einstein qui accepte que l'on puisse ralentir ou même arrêter le cours du temps, mais non le remonter, et cela parce que la théorie nous met en présence d'une racine carrée qui deviendrait imaginaire. (Daniel Berthelot). »

Daniel Berthelot trouve exagéré, tout au moins du point de vue philosophique, le rôle que les théories relativistes font jouer à la vitesse de la lumière : « A lire Einstein, on croirait que les hommes ne communiquent entre eux que par signaux lumineux.

« Qui nous empêche de raisonner de même pour les autres sens ? Un auditeur qui s'éloigne d'un concert à raison de 340 mètres par seconde, entend indéfiniment le même son.

« Les secousses sismiques se transmettent avec une vitesse de plusieurs kilomètres. La taupe est à demi-aveugle, mais son tact est merveilleux. Si elle voyageait sous le sol avec cette vitesse, le temps s'arrêterait pour elle.

« Ainsi nous pouvons métaphysiquement imaginer autant de mesures du temps que nous avons de sens. Il y aurait un temps pour le musicien, un autre pour le peintre. Aux uns, comme aux autres, le mouvement procure la jeunesse éternelle, mais celle du sourd n'est pas celle de l'aveugle. Faites votre choix ! »

4. La théorie de la relativité restreinte, limitée aux seuls systèmes animés de mouvements rectilignes et uniformes, attribuait une valeur rigoureusement invariable à la vitesse de la lumière dans le vide. Cette invariabilité ne subsiste plus dans la théorie de la relativité généralisée. Nous

Digitized by Google

avons indiqué que cette théorie prévoit qu'un rayon lumineux doit être dévié de sa trajectoire rectiligne dans un champ de gravitation intense. Cette déviation peut être rattachée à une pesanteur de la lumière mais on peut tout aussi bien l'interpréter en admettant que la vitesse de la lumière dans le vide varie sous l'influence d'un champ de gravitation. Un milieu dénué de matière mais appartenant à un champ de gravitation intense joue le rôle d'un milieu réfringent. Le Soleil se comporte, d'après la théorie, comme s'il était entouré d'une enveloppe réfringente dont le pouvoir déviant décroît lentement à mesure qu'on s'éloigne de l'astre.

II. L'ÉTHER

1. Par les phénomènes d'interférence et de diffraction qu'elle présente, la lumière peut être rapprochée des phénomènes sonores dus à un mouvement vibratoire des milieux matériels. Aussi était-il naturel de l'attribuer à des vibrations élastiques, susceptibles de se propager dans un milieu partout répandu, remplissant les espaces vides aussi bien que les espaces interatomiques des milieux transparents. Ce milieu reçut le nom d'*éther*.

L'hypothèse de l'éther s'accorde si merveilleusement avec l'ensemble des phénomènes optiques et a permis d'interpréter tant de faits nouveaux que certains savants ont pu la croire définitivement acquise à la science.

Lamé écrivait, vers 1860 : « L'existence du fluide éthéré est *incontestablement démontrée* par la propagation de la lumière dans les espaces planétaires, par l'explication si simple, si complète des phénomènes de la diffraction dans la théorie des ondes » et plus loin : « Les lois de la double réfraction prouvent, avec non moins de certitude, que l'éther existe dans tous les milieux diaphanes. »

A la vérité, les propriétés qu'il fallait supposer à cet éther pour lui permettre d'interpréter l'ensemble des faits étaient quelque peu déconcertantes et paradoxales. Il était nécessaire de lui attribuer une densité très faible pour qu'il n'opposât aucune résistance au mouvement des corps célestes. William Thomson, se basant sur la valeur probable du rayonnement solaire à la limite extrême de notre atmosphère, admettait que le rapport de la densité de l'éther à celle de l'eau est compris entre une unité décimale du vingtième ordre et une du quinzième ; la masse d'un mètre cube serait comprise entre un millionième et un trillionième de milligramme ! On regardait cet éther comme impondérable, c'est-à-dire non soumis aux forces de gravitation.

Les phénomènes de polarisation établissent que les vibrations lumineuses doivent s'effectuer perpendiculairement aux rayons ; or, les fluides matériels ne peuvent être le siège de telles vibrations transversales. L'éther ne saurait donc être comparé à un fluide et être assimilé à un gaz ultra-raréfié. Pour qu'il transmette, avec une vitesse de 300.000 kilomètres par seconde, les vibrations lumineuses, il faudrait lui assigner une rigidité extrêmement considérable, des billions et des trillions de fois plus grande que celle de l'acier le plus dur. C'est là une conclusion fort difficile à concilier avec celle relative à la densité.

Toutefois, il n'y a peut-être pas incompatibilité absolue entre ces attributs et un certain nombre de théoriciens se sont efforcés à les concilier. Ainsi, Boussinesq imagine que l'éther se comporte comme un gaz très raréfié à l'égard des corps célestes parce que ceux-ci se meuvent, baignés par lui en tous sens, avec une lentenr relative et lui permettent de conserver, pour ainsi dire, son homogénéité parfaite ; au contraire, les ondulations de la lumière sont si rapides que, pour elles, les conditions deviennent très différentes ; la fluidité n'a, pour ainsi dire, plus le temps d'intervenir, la rigidité seule apparaît.

2. Quels étaient les rapports entre cet éther et la matière ?

L'expérience de Michelson indique que la vitesse de propagation de la lumière par rapport à des observateurs terrestres, ne dépend pas du mouvement de la Terre ; si les ondes lumineuses se transmettent à travers l'éther, il faut donc que cet éther soit entraîné, au voisinage du sol, par le mouvement de la Terre, en sorte que l'observateur se comporte constamment comme s'il était immobile par rapport à l'éther, quelle que soit la vitesse de la Terre.

Le phénomène de l'aberration suppose, au contraire, que l'éther qui remplit les espaces vides de matière ne participe pas au mouvement d'entraînement de la Terre et que l'observateur se déplace, par rapport à lui, avec la vitesse de cet entraînement.

L'éther qui imprègne les milieux matériels transparents devrait être, d'après une hypothèse faite par Fresnel, partiellement entraîné : u désignant la vitesse d'entraînement du corps transparent d'in- d'indice n, la vitesse u' de l'éther qu'il contient, inférieure à u, serait :

$$u' = u\left(1 - \frac{1}{n^2}\right);$$

dans le vide ou dans les gaz, dont l'indice n est égal à l'unité ou en est très voisin, la vitesse u', conformément au phénomène de l'aberration, mais en contradiction avec l'expérience de Michelson, devrait être nulle. La formule de Fresnel s'ac-

Digitized by Google

corde avec les résultats relatifs à l'aberration des étoiles vues à travers une lunette pleine d'eau ; elle s'accorde également avec une expérience célèbre de Fizeau dans laquelle deux rayons lumineux interféraient après leur passage dans deux tubes parallèles parcourus, en des sens opposés, par un courant d'eau rapide. Le mouvement de l'eau créait entre les deux rayons une différence de marche conforme aux prévisions qu'on pouvait tirer de la formule de Fresnel : « Le succès de cette expérience, concluait Fizeau, me semble devoir entraîner l'adoption de l'hypothèse de Fresnel, ou du moins de la loi qu'il a trouvée pour exprimer le changement de la vitesse de la lumière par l'effet du mouvement des corps, car bien que, cette loi se trouvant véritable, cela soit une preuve très forte en faveur de l'hypothèse dont elle n'est qu'une conséquence, peut-être la conception de Fresnel paraîtra si extraordinaire et, sous quelques rapports, si diffile à admettre, que l'on exigera d'autres preuves encore et un examen approfondi de la part des géomètres, avant de l'adopter comme l'expression de la réalité des choses. »

Si l'on admet l'hypothèse de l'éther, il semble bien difficile de concilier l'expérience de Michelson avec le phénomène de l'aberration des étoiles ou l'expérience de Fizeau.

3. Le développement de la théorie de l'électricité, dans la voie tracée par Maxwell et Lorentz, a amené un changement profond des conceptions concernant l'éther. Pour Maxwell, l'éther est encore un milieu doué de propriétés mécaniques dont les déformations, par tensions ou compressions, entraînent l'apparition de charges électriques. Mais, ni lui, ni ses successeurs, ne réussissent à élaborer une conception de l'éther capable de fournir une image mécanique satisfaisante de l'ensemble des phénomènes électromagnétiques. On en vint, petit à petit, à considérer les champs de forces électromagnétiques comme des notions fondamentales, au même titre que les actions mécaniques.

Ce dualisme se retrouve dans les propriétés comparées de la matière et de l'éther. La matière apparaît, non seulement comme le support des forces mécaniques, mais aussi comme le siège des champs électromagnétiques. L'éther où se propagent les actions électromagnétiques, est à son tour, doué de propriétés mécaniques.

Lorentz, par une simplification hardie, dépouille l'éther de ses propriétés mécaniques et la matière de ses propriétés électromagnétiques. Dans la matière aussi bien que dans le vide, c'est l'éther, à l'exclusion des particules matérielles, qui est le siège des champs électromagnétiques. Par contre, les particules matérielles sont seules susceptibles d'effectuer des mouvements ; leur action électromagnétique tient aux charges électriques qu'elles portent. L'immobilité, peut-on dire plaisamment est la seule propriété mécanique que Lorentz ait laissée à l'éther.

4. La théorie de la relativité restreinte ne la conserve même pas. Considérons, en effet, un système de coordonnées K, par rapport auquel l'éther de Lorentz est au repos. D'après la théorie de la relativité restreinte, les équations du champ électromagnétique restent valables pour tout autre système de coordonnées K', en mouvement de translation uniforme par rapport à K. Pourquoi faire du système K, auquel les systèmes K' sont équivalents, un système privilégié, en supposant que l'éther se trouve en repos par rapport à lui ?

Une solution radicale de cette difficulté consiste à supprimer l'éther. C'est ce que fait Einstein dans sa théorie de la relativité restreinte. Pour lui, les champs électromagnétiques ne représentent pas des états d'un milieu ; ce sont des réalités indépendantes et irréductibles, qui ne sont liées à aucun support.

D'après la théorie de la relativité généralisée, les propriétés métriques du continu spatio-temporel sont conditionnées par la matière qui se trouve au voisinage de la région considérée. L'espace vide n'est donc, ni physiquement homogène, ni isotrope. C'est à cet espace vide qu'Einstein attribue le nom d'éther. « D'après la théorie de la relativité générale, l'espace est doué de propriétés physiques ; dans ce sens, par conséquent, un éther existe. Selon la théorie de la relativité générale un espace sans éther est inconcevable, car non seulement la propagation de la lumière y serait impossible, mais il n'y aurait même aucune possibilité d'existence pour les règles de mesure et les horloges et, par conséquent, aussi pour les distances spatio-temporelles dans le sens de la physique. Cet éther ne doit cependant pas être conçu comme étant doué de la propriété qui caractérise les milieux pondérables, c'est-à-dire comme constitué de parties pouvant être suivies dans le temps : la notion de mouvement ne doit pas lui être appliquée (Einstein). »

Si cette théorie ne nie pas absolument l'existence de l'éther, du moins s'en débarrasse-t-elle en ne lui reconnaissant aucune propriété : il devient une sorte de fond de tableau très vague qu'on conserve par habitude, mais qu'il devient fort difficile de définir.

A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Digitized by Google

REVUE AGRONOMIQUE

LE PROBLÈME DE LA CULTURE DU COTONNIER DANS NOS COLONIES ET LA NÉCESSITÉ D'UNE ORGANISATION SCIENTIFIQUE POUR LE RÉSOUDRE (1).

Dans un numéro antérieur, nous avons examiné au point de vue de la production cotonnière nos trois grands groupes de colonies : l'Indochine, l'Afrique du Nord, l'Afrique Occidentale française. Dans les lignes qui suivent, nous passons en revue les autres parties de notre domaine colonial ainsi que les pays à mandat.

Afrique équatoriale française

On rencontre des Cotonniers chez les indigènes de toutes les régions de la colonie, mais sauf dans le territoire du Tchad, il n'existe que peu de plants dans chaque village. Ceux-ci sont d'origine américaine, mais ils sont dégénérés. On a préconisé dernièrement de faire des essais dans trois régions. La première est la vallée du Niari où passera prochainement le chemin de fer en construction. La deuxième est la Haute-Sangha au delà de la forêt vierge, dans une contrée où la population est encore assez dense, chose malheureusement rare dans le bassin du Congo. Enfin l'Oubangui, malgré son éloignement, nous paraît aussi un pays favorable pour cette culture.

Il convient toutefois d'ajouter qu'il nous semble plus urgent d'amener les indigènes de ces contrées à étendre leurs cultures vivrières afin d'enrayer la mortalité causée par la misère physiologique qui depuis plus de 20 ans décime les populations congolaises.

Dans le Territoire du Tchad la situation est toute autre ; les indigènes, notamment dans les pays Saras, vivent dans l'aisance et l'agriculture y est aussi évoluée qu'au Soudan français. Le Cotonnier pousse du reste remarquablement et est cultivé dans le pays et tissé depuis aussi longtemps qu'au Niger. Sur les bords du Mayo Kebbi, en terrain non irrigué, un colon, M. Delingette, a obtenu plus de 300 kilos à l'hectare avec le coton indigène (*punctatum*). Ce coton expertisé en France est assimilé au Mississipi, sorte très demandée par l'industrie française.

Dès qu'il existera des moyens de transport permettant l'évacuation par le Cameroun, c'est-à-dire par la voie la plus courte, des produits agricoles du bassin du Chari, la culture du Cotonnier pourra être développée. Pour le moment la production se limite aux besoins des indigènes.

Madagascar

Plusieurs espèces de Cotonniers existent dans toute l'étendue de Madagascar ; les unes sont venues de l'Inde, les autres ont été apportées d'Amérique. L'espèce la plus répandue serait *G. purpurascens* Poir. à assez longues soies vivant aussi en Malaisie et dans l'Amérique du Sud. Les indigènes des différentes peuplades en cultivent de petites parcelles, parfois seulement quelques pieds pour leurs besoins domestiques, mais jusqu'à ce jour l'île n'a pas exporté de coton. La culture pourrait particulièrement s'étendre dans les plaines de l'Ouest où quelques colons l'ont déjà tentée avec succès. Les indigènes du Bétsileo produisent déjà le coton avec lequel ils tissent leurs vêtements. Une mission organisée par l'Association cotonnière coloniale se livre en ce moment à une première prospection de l'île en vue de déterminer si les conditions sont réellement favorables à cette culture.

Les vieilles colonies

Citons enfin pour mémoire la Réunion qui produisait au XVIII^e^ siècle un très beau coton (Coton de Bourbon), la Guyane qui possède les mêmes possibilités que les provinces N. du Brésil pour la culture des Cotonniers arborescents, enfin les Antilles françaises d'où nous tirions avant la Révolution des quantités importantes de coton. C'est aux Antilles qu'a d'abord prospéré la culture du *G. barbadense*, c'est de là que Plukenet reçut au XVII^e^ siècle les spécimens décrits sous ce nom conservé par Linné. Bien peu de Français savent qu'il y a deux siècles la culture du Cotonnier atteignait son apogée dans nos vieilles colonies, et c'est des Antilles que cette plante fut apportée par des colons français à la Louisiane qui appartenait alors à la France. Ce fut le point de départ de cette culture aux Etats-Unis, culture qui devait acquérir par la suite en moins d'un siècle une si grande importance.

Les îles du Pacifique

Nous possédons en Océanie, Tahiti, la Nouvelle Calédonie et plusieurs archipels d'îles très éloignés les uns des autres. Les premiers navigateurs qui visitèrent les îles du Pacifique observèrent partout des Cotonniers et les botanistes attachés à leurs expéditions : Sonnerat, Commerson, Gaudi-

(1) Voir *Revue Scientifique*, n^os^ des 14 et 28 février 1925.

Digitized by Google

chaud, etc., en rapportèrent des spécimens conservés au Muséum de Paris. Plusieurs espèces paraissent même spontanées en diverses îles. Ainsi le *Gossypium taitense* Parlat, ou « Cotonnier sauvage de Polynésie » croît à Tahiti, sur les terrains arides et jusqu'au bord de la mer. Dans les cultures des indigènes, on observe surtout des espèces à graines nues, à longues soies, vivant 5 ou 6 ans, originaires de l'Amérique du Sud. Les Polynésiens filent ordinairement le coton, mais ils ne savent pas le tisser. Depuis une vingtaine d'années diverses entreprises européennes en ont commencé la culture. Il existe une Société aux îles Marquises qui cultive le Cotonnier parmi les jeunes cocotiers et l'entretient jusqu'à ce que ceux-ci complètement développés parviennent à l'étouffer.

La Nouvelle-Calédonie possède déjà un certain nombre de plantations de Cotonniers exploitées par de petits cultivateurs européens. Sa production atteint 20 à 50 tonnes de coton égrené par an.

Aux Nouvelles-Hébrides, archipel océanien, régi par le condominion de la France et de la Grande-Bretagne, le Cotonnier a trouvé aussi une terre d'élection. On y produit chaque année environ 500 tonnes de coton exportées en France. Sa soie est longue, très appréciée et elle peut concurrencer les meilleures sortes d'Egypte. Le rendement à l'hectare atteindrait jusqu'à 300 et 400 kilos de fibres.

Le développement des cultures cotonnières en Océanie est subordonné au nombre des habitants et malheureusement la dépopulation est la règle dans toutes ces contrées. On cherche en ce moment à introduire dans plusieurs colonies françaises du Pacifique de la main-d'œuvre annamite, mais on se demande s'il ne serait pas plus rationnel de l'utiliser en Indo-Chine même, où tant de vastes espaces, avec de remarquables perspectives d'avenir, sont encore à coloniser. Commençons par arrêter la dépopulation en Océanie française en y mettant des médecins, sinon ce sera bientôt le vide dans ces merveilleuses îles.

Les Pays à mandat

Les pays que le traité de Versailles a placés sous le mandat français peuvent devenir aussi de grands producteurs de coton. La Cilicie que nous avons restituée à la Turquie en produit déjà environ 16.000 tonnes par an.

En Syrie la production est encore très restreinte, et limitée à quelques points de l'Etat du Grand Liban et des Alaouites ainsi qu'aux environs de Damas. Les essais poursuivis par le Service agricole à Ras-el-Aïn avec des variétés américaines et égyptiennes ont donné des rendements élevés variant entre 300 et 430 kilos de soie à l'hectare. M. Messimy rapporte que, d'après le général Weygand, la culture du coton pourrait s'étendre un jour sur près de 800.000 hectares susceptibles d'être irrigués. Avec un assolement biennal on pourrait espérer un rendement de 150.000 tonnes, mais à la condition que les terrains soient aménagés, ce qui ne peut se faire en quelques années, mais il faut escompter au moins un demi-siècle. Dès maintenant on s'occupe d'aménager l'irrigation dans la vallée de l'Oronte. Cette année l'exportation de la Syrie a été de 1.400 tonnes de coton égrené.

Dans leurs anciennes colonies du Togo et du Cameroun, placées aujourd'hui pour une large étendue sous le mandat français, les Allemands avaient fait de grands efforts pour développer la culture cotonnière. Au Togo, ils avaient créé des ginneries importantes. Ils avaient réussi à y acclimater une variété américaine à longues soies (du groupe des sea-island) et la production annuelle atteignait déjà 800 tonnes au moment de la déclaration de guerre. Après plusieurs années d'abandon, cette culture est aujourd'hui en plein développement. L'an dernier l'exportation a été d'environ 600 tonnes. Le sea-island modifié est parfaitement acclimaté et, bien que dégénéré, il fournit encore une belle soie assez analogue au upland.

VI. — Les Faits déja acquis

On peut donc produire du Coton dans la plupart de nos colonies et certaines d'entre elles en

Fig. 93. — Une plantation de *Gossypium vitifolium* en Cochinchine

ont déjà produit dans le passé des quantités beaucoup plus grandes que ce qu'elles exportent aujourd'hui :

Digitized by Google

Mais pour que cette production prenne un essor sérieux, un certain nombre de problèmes doivent être résolus.

Nous allons passer en revue les facteurs dont dépend la production d'une matière première d'origine agricole comme le coton. La production ne peut se développer que si les conditions suivantes sont remplies :

1° Il faut que le climat et le sol soient favorables à cette culture ;

2° Une main-d'œuvre apte à ladite culture est nécessaire ;

3° Le cultivateur, qu'il soit colon ou indigène, doit être mis en possession de terrains propres à la culture et disposer de l'outillage et des avances nécessaires à la production ;

4° Des moyens de transports doivent exister pour l'évacuation du coton produit.

5° Le cultivateur (européen ou indigène) doit être constamment guidé par des institutions d'État plus aptes que lui à faire des essais et les études scientifiques nécessaires pour établir la technique de la culture du Cotonnier qui est encore presque entièrement à créer dans chacune de nos possessions.

Examinons chaque point en détail :

1° Climat et sol. — Dans la plupart de nos colonies, il existe certainement des sols et des conditions climatologiques favorables à la culture de certaines variétés de Cotonniers. Il faut bien avouer cependant que nous ne possédons sur ces questions que des données générales et au fond notre ignorance est encore très grande à leur sujet.

Une carte des sols de chaque colonie est encore à faire. La plupart de nos possessions n'ont même pas de carte géologique à grande échelle. La triangulation et le nivellement des grandes vallées, où l'utilisation des eaux pour l'irrigation sera sans doute un jour possible, est aussi à établir. Il ne saurait évidemment, pour le moment, être question de dresser un plan cadastral des terres en dehors des régions très peuplées comme le Delta du Fleuve-Rouge, mais il est urgent de délimiter partout les terrains qui doivent rester disponibles pour la culture et ceux qu'il convient de mettre dès maintenant en réserves forestières. Sauf dans l'Afrique du Nord et en Indo-Chine il n'existe pas de service forestier dans notre empire colonial. Ceci dira-t-on n'a pas de rapport avec la question cotonnière? C'est une grave erreur. La déforestation entraîne la dégradation des terres et amène à la longue des modifications de climat. L'étiage des fleuves propres à l'irrigation finit par baisser. La masse d'eau disponible dans le sol elle-même s'appauvrit, les quantités de pluies tombées chaque année diminuent. Or on sait combien ce facteur a d'importance pour la culture cotonnière.

D'où la nécessité aussi d'avoir dans chaque colonie un service de météorologie bien organisé. Or dans les pays les plus avancés comme l'Algérie et l'Indo-Chine, les postes météorologiques sont en bien trop petit nombre, les stations de météorologie agricole n'existent pour ainsi dire pas en Afrique Occidentale. Dans les autres pays les services météorologiques n'ont qu'une existence précaire. Nous connaissons même des colonies où l'on n'a jamais fait d'observations suivies en vue de renseigner l'agriculture. Pourtant entreprendre la culture du Cotonnier sans renseignements météorologiques préalables, portant sur une période assez longue, c'est aller à l'aventure. Pour cultiver sans irrigation, il faut en effet que les quantités de pluies annuelles soient comprises entre certaines limites (un minimum de 70 cm. d'eau par an est nécessaire) et qu'à la saison pluvieuse succède une période sèche, sans chutes d'eau ni rosées appréciables, période pendant laquelle on fait la récolte du coton. Dans plusieurs de nos possessions les irrigations s'imposent. Or dans toutes nos colonies, sauf en Indo-Chine, l'hydraulique agricole est inexistante.

2° Main-d'œuvre. — Elle est presque partout fort restreinte, mais elle serait cependant suffisante pour produire les matières premières nécessaires à la France si on savait mieux l'utiliser et accroître la population par une meilleure hygiène et si on voulait aussi faire son éducation, l'instruire, améliorer ses conditions de vie et enfin l'utiliser suivant ses aptitudes au mieux de ses intérêts et des nôtres et pourtant sans contrainte. J'ai beaucoup pratiqué l'indigène dans les pays les plus divers et partout je l'ai trouvé perfectible ; les jeunes gens de toutes races, si inférieurs qu'ils soient (ou du moins qu'ils paraissent à certains Européens) ont le désir sincère d'améliorer leurs conditions de vie presque toujours misérables. Mais il est de toute justice, et c'est même notre intérêt de nous dépouiller de notre égoïsme à leur égard. Nous leur avons apporté la grande paix et nous leur assurons la protection de leurs biens, en général minimes, mais en dehors de cela nous avons fait encore bien peu de choses pour eux. Le paysan annamite lui-même, qui travaille 12 et 15 heures par jour, vit encore très pauvrement.

Pour revenir au coton, nous avons en Indo-Chine, en Afrique et même à Madagascar, des régions où les populations, tout en étant clairsemées, peuvent cependant faire des champs de coton, sans naturellement réduire les cultures vivrières indispensables à leur existence. Car notre intérêt mal

Digitized by Google

compris nous amène souvent à réclamer au primitif les denrées dont nous avons besoin, sans tenir un compte suffisant des besoins qu'il a lui aussi à satisfaire. La main-d'œuvre coloniale doit être en réalité éduquée en bloc et c'est peu à peu qu'elle se spécialisera.

Dans certains pays comme l'Afrique occidentale, l'Afrique équatoriale, le Chari, il sera toujours très difficile de trouver de la main-d'œuvre salariée, le Noir n'ayant aucun goût pour louer ses services à l'Européen. En outre, il n'a point comme nous la notion du respect des contrats. C'est souvent par l'ascendant moral, par un grand esprit de justice qu'on peut l'attacher à une entreprise. D'où la nécessité d'avoir dans les plantations des surveillants et des contremaîtres doués des qualités qui en feront de vrais chefs.

Mais c'est surtout du travail du paysan indigène qu'il faut attendre, dans l'avenir, une grande intensification de la production cotonnière. Pour les seules régions de l'Afrique occidentale où cette culture est possible, nous pensons que si la France voulait vraiment en donner les moyens aux paysans Noirs, ceux-ci pourraient arriver à produire dans un délai de quelques années, 10.000 tonnes et progressivement 20 et 30.000 tonnes au fur et à mesure que l'agriculture et les moyens de transdorts feraient des progrès.

3° Terrains et outillages. — Les terrains propres à la culture du Cotonnier ne font nulle part défaut, mais encore faut-il les choisir après en avoir fait la prospection.

Quant à l'outillage agricole il importe de l'améliorer partout. Sans charrue, avec sa houe primitive, le Noir ne peut pas obtenir de grands résultats. En certains pays, il faudra certainement utiliser, en vue de l'irrigation, les eaux qui se perdent. La création de ginneries, pour l'égrenage du coton, dans tous les centres où l'on veut développer la culture cotonnière est également indispensable. C'est à cette tâche que se consacre particulièrement l'Association cotonnière coloniale et elle a déjà installé en Afrique occidentale un certain nombre d'usines d'égrenage.

Les entreprises européennes doivent nécessairement utiliser un outillage de culture perfectionné. C'est ainsi que pour un domaine de 750 hectares de terres labourables, ayant seulement le tiers de la superficie consacrée au Cotonnier, tous les labours devront être effectués en cent jours ; cela implique la nécessité d'employer 4 tracteurs à chenilles et 4 tracteurs en roues et en outre un cheptel de 400 têtes de bétail (Magen). Toutes ces questions demandent du reste à être mises au point pour chaque pays par des essais et des études préalables. Toute entreprise de culture européenne aux colonies doit disposer de capitaux élevés et nous devons dire qu'il n'est pas toujours certain que le Cotonnier soit une culture assez riche pour rémunérer à elle seule les sommes investies dans de telles entreprises.

Le seul domaine de nos colonies où la culture du Coton se fasse en grand par des procédés modernes est celui de Diré, au Soudan français ; toutes les autres entreprises cotonnières coloniales sont encore à leurs débuts et ne peuvent vraiment servir de modèles. Les essais de l'administration n'ont été faits que sur des parcelles minuscules. Nulle part encore il n'existe de grandes fermes cotonnières.

4° Moyens de transports. — Le coton ne peut être évacué à grande distance, porté à dos d'homme, surtout s'il n'est pas égrené. La simple charrette à bœufs fait complètement défaut dans la plupart de nos colonies et comme chemins ruraux, il n'existe partout en Afrique que des pistes. Les paysans de l'Inde ont depuis des siècles des moyens analogues à ceux dont disposent nos paysans pour aller d'un champ à l'autre et transporter la récolte au village, à la ginnerie, etc. Notre administration coloniale a le devoir impérieux d'instaurer ce premier stade de l'agriculture paysanne. Le Noir devrait être mis au plus tôt en possession de charrettes fabriquées sur place et pouvant circuler partout. Cela est beaucoup plus urgent que la création de routes pour automobiles dont je ne méconnais cependant pas l'intérêt, à condition qu'elles ne soient installées que là où elles sont absolument nécessaires et où il existe un trafic suffisant assuré. Ces routes coûtent cher et elles seront souvent moins nécessaires aux indigènes que de bons chemins ruraux, le jour où la traction animale sera entrée dans les usages. L'installation de ginneries (1) dans les pays où l'indigène produit déjà du coton est en outre nécessaire. Il faut également multiplier les chemins de fer et aménager les fleuves et les rivières pour l'évacuation des produits de l'intérieur des colonies vers les ports d'embarquement. Le réseau ferroviaire de nos colonies (celles de l'Afrique du Nord exceptées) ne comprend encore que 5.000 km. de voies. Le programme Sarraut présenté au Parlement dans ces dernières années prévoyait principalement pour l'exécution de grands travaux publics l'utilisation de 4 milliards de francs environ, en 1921, c'est-à-dire à une époque où le franc papier avait une valeur encore peu éloignée du franc-or. Aujourd'hui, il faudrait au moins doubler ce chiffre. Avec leurs ressources propres et avec des

(1) On nomme ainsi les usines où le coton est égrené et mis en balles pour être exporté.

Digitized by Google

emprunts, certaines colonies se sont mises à la besogne. Actuellement on construit le chemin de pénétration du Gabon au Moyen-Congo, d'une nécessité impérieuse. Beaucoup d'autres voies ferrées coloniales sont nécessaires. Je dois dire du reste que la rareté de ces voies ne me paraît pas

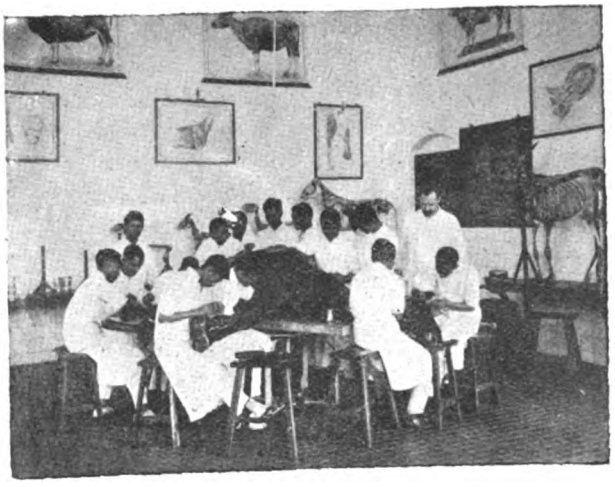


Fig. 94. — Étudiants javanais aux travaux pratiques à l'École vétérinaire de Buitenzorg.

être un obstacle pour la colonisation européenne. Dans des régions déjà desservies par des chemins de fer et même à proximité de la mer, il existe dans certaines de nos colonies des terrains très favorables au Cotonnier et à une foule d'autres cultures. Je n'ai jamais compris pourquoi on allait souvent chercher dans notre domaine d'outre-mer des concessions agricoles fort loin, dans des pays d'accès difficile, alors qu'on avait parfois des emplacements sur des terrains de choix à proximité même des côtes.

5° L'aide de la science. — La culture du Cotonnier est très complexe ; elle demande, pour être à jour dans un pays, la plus sérieuse documentation scientifique basée sur des expériences et des études répétées sans cesse. Le planteur de coton a à lutter contre les intempéries saisonnières, contre les insectes nuisibles et les maladies des plantes, contre la dégénérescence des semences, contre l'appauvrissement du sol ; les graines doivent être fréquemment renouvelées et sélectionnées. La question des assolements, celle des fumures et par suite l'entretien du cheptel, l'amélioration de l'outillage agricole sont autant de problèmes jamais résolus.

Tous les pays où l'on cultive le Cotonnier d'une manière rationnelle ont des spécialistes et possèdent des laboratoires, des établissements scientifiques, des champs d'expériences, des services d'agriculture stables et puissamment organisés pour l'étude de toutes ces questions.

L'organisation de nos colonies à cet égard est absolument rudimentaire. Les services agricoles coloniaux n'ont pour ainsi dire pas progressé depuis 30 ans, les budgets agricoles sont infimes, l'autorité laissée aux quelques techniciens qui composent ces services est nulle, même quand ils ont quelque compétence. Nous avons abandonné les vieux jardins d'essais d'autrefois qui souvent ne répondaient pas à grand'chose, mais qui au moins ont introduit et répandu une grande quantité de plantes utiles. Nous n'avons rien mis à la place.

M. Albert Sarraut alors qu'il était Ministre des Colonies a pu écrire que « les services agricoles dans nos colonies restent encore invertébrés et aucun organisme central, sauf l'Institut Scientifique de Saïgon, créé en 1918, ne commande et ne distribue entre les laboratoires locaux ou les agents scientifiques, la multiple besogne d'études, d'expé-

Fig. 95. — Institut Scientifique de Saïgon fondé par M. Sarraut en 1918.

riences, de classement d'où sortira la constitution du dossier de chaque produit colonial ».

Nous pourrions ajouter que l'Institut de Saïgon, lui-même, est sorti de la voie pour laquelle il avait été créé et qu'il a besoin d'une réorganisation complète, ce dont se préoccupe du reste l'administration de l'Indo-Chine.

VII. — L'œuvre urgente a réaliser

Nous venons de montrer l'étendue du problème de mise en valeur agricole qui se pose d'une manière urgente dans nos colonies. Le développement de la culture du Cotonnier n'en représente qu'un des aspects. En Afrique équatoriale par exemple la

Digitized by Google

nécessité d'étendre les cultures vivrières pour permettre aux indigènes de s'alimenter à leur faim est autrement impérieuse que le développement de la culture cotonnière. Du reste nulle part il ne faut développer une seule culture. Pas plus que le paysan de nos campagnes, l'indigène ne doit se confiner dans la monoculture. Ce serait une hérésie. La nécessité des assolements fait que toutes les cultures d'un pays sont corrélatives les unes des autres. C'est donc l'ensemble de l'agriculture de nos colonies qu'il faut s'attacher à développer.

Permettre à l'indigène de nos colonies de manger à sa faim, de se vêtir et de se loger convenablement, en un mot lui donner les moyens d'accroître son bien-être, grâce aux ressources que lui créera une agriculture prospère, fournir dans le moindre délai aux besoins de la vie nationale la plus grande somme des produits principaux qu'elle réclame, tel doit être le but à poursuivre. Notre politique coloniale ne devrait pas avoir d'autres visées, car si nous réalisions cette tâche, nous aurions donné à la métropole et aux pays nouveaux qu'elle prétend ouvrir à la civilisation une prospérité incomparable.

Pour arriver à ces fins le concours de la technicité scientifique est indispensable. En agriculture ce

Fig. 96. — Labour avec des buffles.
Préparation d'une rizière à Ceylan.

concours est tout aussi nécessaire qu'en hygiène et qu'en matière de travaux publics. Les capitaux ne se risqueront dans nos colonies pour y entreprendre des cultures nouvelles que si colons et financiers sont assurés d'y trouver des techniciens compétents pour les guider et s'ils sont mis en présence d'expériences décisives. La méthode scientifique a en effet cet avantage sur l'empirisme qu'elle évite les tâtonnements et les dépenses souvent élevées et improductives qui en sont la conséquence. Aussi dans son récent rapport au nom de la Commission des colonies au Sénat, le Général Messimy mettait-il au premier rang des mesures à prendre pour développer la culture du coton dans nos colonies, l'organisation d'études agronomiques conduites scientifiquement et dans un esprit réalisateur. De son côté, la Commission plénière nommée à la suite du Congrès d'agriculture coloniale de 1918 plaçait à la tête de ses vœux « la création dans chaque colonie d'un service scientifique et de laboratoires ». Ces vœux sont restés jusqu'à ce jour lettre morte. Il est grand temps de s'atteler à cette tâche.

On a dit parfois que la France n'ayant pas en ce moment de techniciens au courant des cultures tropicales, il fallait les demander aux nations qui ont donné à ces cultures un remarquable développement : la Hollande, l'Angleterre, les Etats-Unis. Je suis tout à fait partisan de voir utiliser dès maintenant dans nos colonies quelques étrangers spécialistes de ce que les Anglais appellent la « tropical agricultural science ». Mais nos Universités, pourront, si elles le veulent (et si quelques-uns de ses professeurs consentent à aller visiter nos colonies et à aller voir ce qui se passe dans les pays tropicaux étrangers déjà organisés), et si on leur en donne les moyens, former en peu de temps des hommes instruits, capables aussi de faire des recherches et pouvant s'atteler à l'étude de toutes les cultures des pays chauds, si on les envoie pendant quelques mois en missions dans les pays où prospèrent ces cultures, afin d'acquérir sur le terrain les connaissances pratiques indispensables. C'est ce que la Belgique a fait pour le Coton. Elle utilise à l'heure actuelle au Congo une quinzaine d'agronomes belges qui se sont formés les uns en Amérique, les autres en Egypte, dans l'Ouganda ou aux Indes. Il y a à peine huit années qu'elle s'est attelée à cette œuvre et environ quatre mille tonnes de coton, plus que nous n'en exportons de toutes nos colonies, ont dû, en 1924, sortir du Congo belge. Le *Bulletin agricole du Congo belge*, organe officiel de la Direction de l'Agriculture du Ministère des Colonies de la Belgique, rappelant récemment les magnifiques résultats déjà obtenus, les trouvait cependant insuffisants et après avoir exposé l'absence de méthodes dans la sélection, il concluait : « L'avenir de la culture du coton dans notre Colonie est intimement lié à la création d'une organisation plus scientifique satisfaisant aux nécessités d'ordre pratique » (1).

(1) P. Bonnivair et J. Ghesquière. A propos de la sélection du coton au Congo belge. Etat actuel de sa culture et causes de sa dégénérescence. Comment créer une variété locale ? *Bull. Agr. Congo belge*. XV, 1924, p. 69.

Digitized by Google

Lors de notre voyage d'études aux Indes néerlandaises, en 1914, nous avons constaté que ce merveilleux pays employait, soit dans les établissements d'Etat, soit dans les stations privées, environ 60 docteurs ès sciences occupés à des recherches relatives aux améliorations agricoles;

Fig. 97. — Entrée du Jardin Botanique de Buitenzorg à Java (photographie communiquée par le Département de l'Agriculture des Indes Néerlandaises).

à Buitenzorg seulement, une dizaine de naturalistes travaillent à ces recherches, à l'Institut de Passeroan au Centre de Java, entretenu exclusivement par les planteurs de Canne à sucre. Il existe des services consacrés à l'étude des sols, à la bactériologie, à la physiologie végétale, à la phytopathologie et à la génétique, avec un budget d'un million et demi de florins.

Nous n'avons rien de semblable à montrer dans nos colonies. On objectera qu'il existe en France quelques établissements scientifiques subventionnés par les Colonies pour s'occuper de recherches appliquées à la production agricole tropicale. Cela est exact, mais outre que les budgets dont ces établissements disposent ne leur permettent d'accomplir qu'un labeur modeste, il est bien certain que des laboratoires métropolitains ne peuvent s'attacher qu'à des questions coloniales restreintes : documentation, technologie, analyses chimiques, déterminations botaniques, mise au point de travaux amorcés aux colonies. Il n'est pas douteux que la plupart des recherches scientifiques et toutes les expérimentations doivent être faites sur place, dans les pays tropicaux qu'il s'agit de mettre en valeur.

Nos services d'agriculture aux colonies sont constamment ballotés, sans chefs stables, sans cohésion, sans archives, sans traditions. Quant aux établissements de recherches, si l'on excepte l'Algérie qui possède l'Université d'Alger avec ses laboratoires et trois ou quatre institutions scientifiques en Indo-Chine, il n'existe pour ainsi dire rien de sérieux dans nos colonies à l'heure actuelle.

Il serait cependant injuste de déclarer que les travailleurs français n'ont encore rien fait dans le domaine des recherches de la biologie tropicale appliquée à la mise en valeur des colonies et que c'est exclusivement de l'étranger que vient la lumière. Dans toutes les branches de la science : études de la flore, de la faune, de la géologie, de la géographie physique, de la botanique appliquée, de l'agriculture tropicale, de la pathologie humaine et animale des pays chauds, une tâche considérable a déjà été accomplie dans nos colonies, mais les travaux réalisés sont dus pour la plupart à des initiatives éparses, à des hommes soutenus par leur seul enthousiasme.

Ces chercheurs sont du reste en infime minorité dans nos colonies. Je ne pense pas qu'il existe en service à l'heure actuelle plus de cinq ou six docteurs ès sciences dans l'ensemble de nos colonies (Algérie exceptée) et nous n'en connaissons que deux s'y occupant d'études concernant l'agriculture.

Cette situation ne peut se prolonger indéfiniment. Chaque colonie a besoin de quelques travailleurs scientifiques. Nous voudrions que d'ici 10 ou 15 ans l'ensemble de nos colonies et protectorats dispose d'un minimum d'une centaine de chercheurs, docteurs ès sciences naturelles, ou travailleurs ayant une culture scientifique équivalente, occupés à l'étude des problèmes de l'agriculture coloniale.

Les frais de premier établissement des trois ou quatre instituts scientifiques coloniaux qu'il s'agit de créer ou de développer, des quinze ou vingt grandes stations expérimentales spécialisées dont la fondation s'impose, ne s'élèveraient pas à plus de 20 millions de francs.

Un autre crédit, celui-là annuel, d'une vingtaine de millions serait nécessaire pour faire vivre ces établissements. Il est bien entendu que nous ne parlons pas ici des services agricoles existant déjà et qu'il faut aussi développer. Ces sommes paraîtront bien minimes si on les compare aux dépenses occasionnées dans le passé par la conquête de nos colonies et à l'heure actuelle encore par leur administration. Dans l'état présent des finances de la métropole, c'est aux budgets locaux des colonies qu'il appartient de faire face à ces dépenses.

Nous savons qu'elles seront hautement productives, si les hommes auxquels on fera appel pour diriger les établissements qu'il s'agit de créer, spécialistes qu'il est tout d'abord nécessaire

Digitized by Google

de former dans les Universités et grandes écoles, possèdent, en plus d'une haute culture scientifique, un esprit réalisateur constamment orienté vers les questions d'application. Aussi à l'exemple de M. Messimy (rapport déjà cité), nous croyons qu'il est nécessaire, si nous voulons produire du coton à bref délai dans nos colonies, d'organiser au plus tôt des instituts scientifiques étudiant dans nos colonies, sous la direction de spécialistes formés dans les laboratoires de la Métropole et déjà habitués aux travaux des recherches, les diverses cultures tropicales et spécialement celle du Cotonnier.

Auguste CHEVALIER,
Chef de la Mission permanente d'Études des Cultures et Jardins d'essais coloniaux, Directeur honoraire de l'Institut scientifique de Saïgon.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1925). — *Théorie des fonctions.* 1. M. *S. Sachs* étend aux fonctions d'intervalle les dénominations de « fonctions à variation bornée », « fonctions absolument continues d'ordre α », et il généralise, dans cet ordre d'idées, des résultats dus à Hellinger-Hahn, à Burkill et à Gaston Darboux.

2. M. *A. Kolmogoroff* associe à une classe de fonctions, du type $f[\varphi(x)\varphi'(x)]$, (où $\varphi(x)$ est monotone) une définition axiomatique de l'intégrale.

3. Dans l'espace fondamental formé par les points irrationnels d'un segment, M. *M. Lavrentieff* envisage des ensembles atteints supérieurement (ou inférieurement) et des ensembles clairsemés; les premiers sont les parties communes (ou sommes) d'une infinité dénombrable d'ensembles de classes $<\alpha$; les autres sont formés d'éléments deux à deux sans points communs et tels qu'il existe dans tout sous-ensemble un élément « isolé ». Cela étant, l'Auteur décompose toute classe transfinie d'ensembles mesurables R en aleph — un sous-classes; les unes sont formées d'ensembles atteints supérieurement; les autres, d'ensembles clairsemés et d'ensembles atteints inférieurement.

4. Soit $f(z)$ une fonction de z, analytique et uniforme à l'intérieur du cercle $|z| \leq 1$; M. *V. Weniaminoff* donne un théorème qui fait connaître à quelle condition $f'z)$ tend vers une limite quand z tend vers un point z_0 de $|z|=1$ le long d'un chemin intérieur à $|z|\leqslant 1$, non tangeant à la circonférence, (les points z devant former un ensemble de mesures positives).

5. M. Borel a indiqué autrefois la possibilité d'abaisser dans certains cas le degré du polynome figurant en exposant dans le facteur primaire de Weierstrass; M. *Mordouhay-Boltovskoy* fait connaître des limites inférieures de ce degré.

Analyse. 1. M. *Angelesco* construit des polynomes qui forment une suite biorthogonale aux fonctions $\frac{d^n x^n(1-x^n)\varphi(x)}{dx^n}$; et il résout un problème analogue pour les fonction $\frac{d^n x^n \varphi(x)}{dx^n}$ et $\frac{d^n \varphi(x)}{dx^n}$.

2. M. *A. Bloch* étudie les fonctions $a_0+a_1x+\ldots$ qui sont holomorphes à l'origine et qui prennent dans un cercle $|x| \leqslant R$ les valeurs 0 et 1 deux fois au moins; les propriétés du réseau modulaire lui permettent de donner la valeur exacte de R.

Géométrie différentielle. M. *Enea Bortolotti* applique les procédés de la différentiation covariante à l'étude des réseaux conjugués d'une variété V_2 appartenant à une variété V_3; et il en déduit une généralisation du théorème de Beltrami-Enneper.

Géométrie infinitésimale. 1. Soit m la courbure normale de Meusnier pour une direction, et m_1 la courbure normale pour une direction perpendiculaire; soient enfin $\pm t$ les torsions géodésiques correspondantes; M. *Bertrand Gambier* fait connaître la formule élégante $mm_1-t^2=I$ (I étant la courbure totale).

2. Disons que deux surfaces sont isométriques si elles ont même ds^2, et *applicables* si elles peuvent être reliées mutuellement par une chaîne continue de surfaces isométriques. Deux surfaces isométriques à courbure totale négative sont effectivement applicables, comme l'a montré M. E.-E. Levi; mais dans le cas des surfaces à courbure positive, sa démonstration nécessite un complément qu'indique M. *Bertrand Gambier.*

Calcul des probabilités. 1. Dans la détermination du paramètre de précision à l'aide de l'écart moyen quadratique, on sait qu'on doit diviser la somme des carrés des écarts par n-1 au lieu de n. M. *J. Haag* fait connaître une règle analogue pour l'écart d'ordre p.

2. M. *Calichiopulo* montre que dans la répartition des erreurs en M régions elliptiques planes de même probabilité, les aires des couronnes elliptiques forment une suite harmonique; et il s'appuie sur ce résultat pour proposer une justification de la loi exponentielle des erreurs linéaires. — M. *d'Ocagne* rappelle à ce propos les démonstrations de Lindeberg et de P. Lévy qui peuvent être considérées comme des démonstrations définitives de la loi de Gauss.

René GARNIER.

Physique

Largeur des raies spectrales. — 1. La radiation rigoureusement monochromatique n'est qu'une conception de l'esprit sans existence réelle, comme le point en géométrie; tout rayonnement donne, dans un spectroscope suffisamment dispersif, une bande continue, occupant une étendue parfois très faible, mais non nulle, dans l'échelle des longueurs d'onde. La figure représente la forme générale de la courbe traduisant la répartition de l'énergie dans l'intervalle de longueur d'onde occupé par la raie.

Digitized by Google

Lord Rayleigh a montré que la largeur des raies spectrales est liée à la vitesse des molécules du gaz lumineux et a insisté sur l'importance de ce phénomène pour notre connaissance du mécanisme de l'émission.

Dans un gaz, toutes les particules étant en agitation continuelle, la longueur d'onde des radiations provenant d'une particule doit, d'après le principe de Doppler Fizeau, éprouver des variations incessantes. Supposons que la lumière émise par chaque particule immobile soit une radiation rigoureusement simple, de longueur d'onde λ. Le mouvement produit une diminution apparente de longueur d'onde pour les particules qui s'approchent, et une augmentation pour celles qui s'éloignent; il ne produit aucun effet lorsqu'il est dirigé perpendiculairement au rayon visuel. Il y aura donc un nombre immense (pratiquement infini) de radiations monochromatiques situées de part et d'autre de la ligne qui correspondrait aux particules immobiles; l'aspect est celui d'un petit morceau de spectre continu, d'autant plus étendu que la vitesse moyenne des particules lumineuses est plus grande.

La théorie montre que la largeur de ce petit spectre doit être toujours très petite : dans le cas d'un gaz monoatomique, comme le néon, dont les molécules ont, à température ordinaire, une vitesse de 500 mi sec; le calcul montre que la largeur de la raie $\lambda = 0{,}5\,\mu$ ne dépassera pas 0,0017 millimicrons (1).

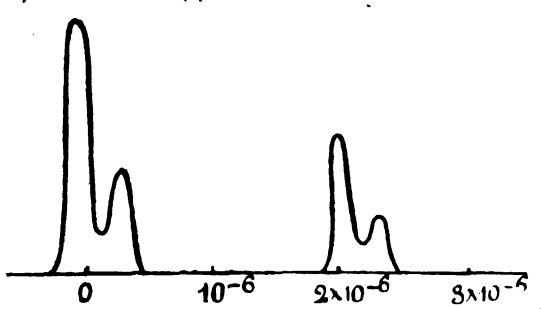


FIG. 98.

On peut étudier expérimentalement la largeur des raies spectrales par l'observation des franges d'interférence. Avec une radiation rigoureusement monochromatique, on devrait toujours avoir un maximum d'intensité lorsque la différence de marche des rayons qui interfèrent vaut un nombre entier $p\lambda$ de longueurs d'onde et un minimum lorsque cette différence de marche vaut un nombre impair de demi-longueurs d'onde $\left(2p+1\right)\frac{\lambda}{2} = \left(p+\frac{1}{2}\right)\lambda$. En réalité, pour toutes les sources de lumière utilisées, lorsque la grandeur de la différence de marche Δ va en augmentant, il arrive un moment où les franges perdent leur netteté et finissent par disparaître. Cette disparition tient, en partie du moins, à ce que la lumière utilisée n'est pas rigoureusement monochromatique. Chacune des radiations qui la constituent donne son système propre d'interférences. Pour que les franges soient nettes, il faut que les maxima de ces divers systèmes soient sensiblement aux mêmes points. Lorsque la différence de marche des rayons qui interfèrent va en augmentant, les positions des maxima relatifs aux diverses radiations simples vont en s'écartant; pour une certaine valeur de cette différence de marche, les maxima de l'un des systèmes de franges coïncident avec les minima de l'autre; on ne perçoit plus alors qu'un éclairement uniforme : les franges ont disparu.

La valeur $\Delta = p\lambda$ de la différence de marche lors de la disparition des franges est d'autant plus grande que la lumière utilisée s'approche davantage d'une radiation monochromatique. On peut la définir par le facteur p, appelé *ordre d'interférence*. Ce facteur p représente, comme on voit, le nombre des longueurs d'onde comprises, lors de la disparition des franges, dans la différence des chemins entre les rayons qui interfèrent (1).

Pour déterminer la largeur d'une raie spectrale, on se sert de la radiation qui la produit pour éclairer un appareil interférentiel, dans lequel on augmente progressivement la différence de marche. La netteté des franges décroît d'autant plus vite que la raie est plus large. Il arrive un moment où, très rapidement, les franges cessent d'être perceptibles; la différence de marche correspondante, $\Delta = p\lambda$, fait connaître l'ordre d'interférence limite p pour la radiation étudiée (2). On observe toujours les franges sans difficulté tant que l'ordre d'interférence reste inférieur à quelques centaines ou même à quelques milliers, mais il est très peu de sources qui fournissent des franges d'interférence d'un ordre atteignant quelques centaines de mille, aucune ne permet d'atteindre un numéro d'ordre d'un million.

2. La vitesse moyenne d'une molécule gazeuse dépendant de la température du gaz, il en est de même de la

(1) On peut déterminer approximativement la largeur de la raie, en raisonnant comme si toutes les vitesses des particules étaient les mêmes, mais dirigées dans tous les sens. Soit u cette valeur commune de la vitesse et c la vitesse de la lumière. Le maximum de déplacement dans le spectre ayant lieu lorsque la vitesse est dirigée dans un sens ou dans l'autre, suivant le rayon visuel, on voit que la largeur de la raie sera, d'après le principe DOPPLER-FIZEAU, $\Delta\lambda = \lambda\frac{2u}{c}$.

(1) Supposons que la lumière utilisée soit composée de deux radiations λ et λ'. Les franges disparaîtront lorsque la différence de marche Δ aura une valeur telle qu'elle corresponde à un nombre entier $p\lambda$ de longueurs d'onde de la radiation λ et à un nombre entier augmenté de un demi $\left(p+\frac{1}{2}\right)\lambda'$ de la longueur d'onde λ' :

$$\Delta = p\lambda = \left(p+\frac{1}{2}\right)\lambda';$$

à ce moment le facteur p aura pour valeur :

$$p = \frac{1}{2}\,\frac{\lambda'}{\lambda-\lambda'}$$

Il est d'autant plus grand que l'écart λ-λ' entre les longueurs d'onde des radiations qui constituent la lumière utilisée est plus faible.

(2) Si λ est la longueur d'onde de la radiation étudiée, et $\Delta\lambda$ sa largeur, c'est-à-dire l'intervalle de longueur d'onde sur laquelle elle s'étend, le rapport $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ peut s'appeler la largeur en valeur relative. Cette quantité est en raison inverse de l'ordre d'interférence limite, que l'on appellera p; quant à la valeur du coefficient de proportionnalité, il dépend de la loi de répartition de l'intensité dans le petit intervalle $\Delta\lambda$; pour la forme habituelle des courbes d'énergie, on peut prendre ce coefficient égal à l'unité, et écrire :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{p}.$$

On voit que la largeur de la raie est caractérisée par l'inverse de l'ordre d'interférence limite p; le nombre p mesure le *coefficient de finesse* de la raie.

Digitized by Google

largeur des raies fournies par le gaz. D'après la théorie cinétique, l'énergie moyenne $\frac{1}{2}mu^2$ des molécules est proportionnelle à la température absolue T :

$$\frac{1}{2}mu^2 = kT$$

d'où l'on tire :

$$u = \sqrt{\frac{2kT}{m}}.$$

La largeur de la raie et, par suite, l'ordre d'interférence maximum, qui sont déterminés par u, dépendent

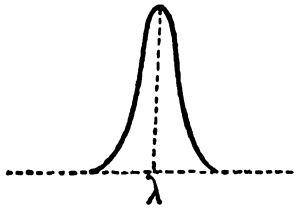


FIG. 99.

de T et de m. Le calcul, effectué en tenant compte de la répartition de l'énergie dans la raie, fournit, pour l'ordre d'interférence limite, la valeur :

$$p = 1{,}22 \times 10^6 \sqrt{\frac{T}{M}},$$

M représentant la masse des particules lumineuses, évaluée dans le système des masses atomiques de base O = 16.

Cette formule s'accorde avec les expériences faites sur la lumière émise par les gaz raréfiés, à condition de prendre pour T la température du milieu ambiant et pour M la masse *atomique* du gaz lumineux. Une modification de la température ambiante se traduit par un changement de la largeur des raies, l'élévation de température entraînant un élargissement. Michelson a vérifié cette conséquence de la théorie en élevant la température. En plaçant le tube lumineux dans l'air liquide, Fabry et Buisson ont constaté une diminution de la largeur des raies ; l'effet est frappant : la limite d'interférence étant atteinte à la température ordinaire et les franges ayant disparu, on les voit reparaître très nettement lorsqu'on plonge le tube dans l'air liquide. La mesure de la largeur des raies montre que la température du gaz suit les variations de la température ambiante. Il s'agit donc bien d'un phénomène de luminescence et non d'un rayonnement thermique.

Si l'on admet que la température intervenant dans la formule est celle du milieu ambiant, la mesure de la largeur des raies fait connaître la masse M des particules lumineuses. Dans le cas des gaz à molécule monoatomique, comme le néon, l'hélium, le cadmium, le mercure, etc., on la trouve sensiblement égale à la masse atomique. Les particules qui émettent la lumière sont donc peu différentes de l'atome, au moins sous le rapport de la masse ; ce ne sont pas des associations d'atomes, ni des atomes coupés en plusieurs parties. Pour les corps simples diatomiques et les corps composés, on trouve encore, dans la plupart des cas, comme masse de la particule lumineuse, non pas celle de la molécule mais celle d'un atome. L'azote fournit un spectre de bande qu'on attribuait parfois à des molécules complexes ; en réalité, l'étude de la largeur des raies constituant les bandes du spectre de l'azote montre que la particule lumineuse doit être l'atome (HAMY). Certains spectres sont également attribués à des corps composés (cyanogène, hydrocarbures, oxyde de carbone). Les quelques résultats obtenus jusqu'ici par la mesure des largeurs de raies semblent indiquer que, dans chaque cas, la particule lumineuse est l'un des atomes constituant la molécule dont la présence est nécessaire à la production du spectre : « En résumé, l'étude de la largeur des raies spectrales, écrit Ch. Fabry, donne une confirmation remarquable de la théorie cinétique des gaz. Sans doute, d'autres phénomènes permettent d'obtenir des vérifications numériques plus précises ; mais aucune de ces vérifications ne fait intervenir directement les vitesses d'agitation sans les associer à la notion de masse ou d'énergie. La vitesse, dans le cas de l'élargissement des raies, s'introduit sous son aspect cinématique et non par ses effets dynamiques.

« D'autre part, il est très remarquable que la masse trouvée pour les particules lumineuses soit, le plus souvent, celle de l'*atome* et non de la *molécule*. Il faut admettre que, dans un gaz lumineux, la lumière est émise non par l'ensemble des molécules mais par un nombre relativement très faible de particules exceptionnelles ; pour arriver à cet état la molécule a dû subir de profondes modifications, et avant tout se séparer en deux atomes.

« Cependant, de l'identité approximative des masses des particules lumineuses d'un même gaz, il ne faudrait pas conclure que toutes les particules lumineuses sont *identiques*, et que toutes les raies sont émises par les mêmes particules comme les divers sons que peut émettre une cloche. Les diverses raies, ou les diverses séries, peuvent fort bien être émises par des particules différentes bien qu'ayant, à peu près, la même masse ; mais les diverses raies ne sont pas émises par des fractions d'atomes ou des associations d'atomes.

« Il reste dans cet ordre d'idées, beaucoup de travail expérimental à faire » (1).

3. Les recherches de Michelson ont établi qu'un grand nombre de raies sont complexes, constituées par une raie principale accompagnée de satellites : la raie verte du thallium est quadruple ; la répartition de l'énergie est celle indiquée par la figure 99.

Les physiciens japonais Nagaoka et Takamine ont établi la complexité véritablement prodigieuse de certaines raies qui, même dans de bons spectroscopes, apparaissent comme simples : la raie violette du mercure comprend 11 lignes distinctes contenues dans un intervalle total de 0,3 unité angström la raie verte du mercure est formée de 9 lignes groupées autour d'une ligne centrale d'intensité prépondérante. Il existe pourtant quelques raies simples, notamment la raie rouge du cadmium, les raies du néon et du krypton ; la simplicité de la raie rouge du cadmium l'a fait choisir comme étalon pour l'évaluation du mètre en longueur d'onde ; les raies données par le krypton sont encore plus simples, leur emploi peut être avantageux dans beaucoup de questions de métrologie.

A. Bc.

Biologie

De l'influence du potassium sur le cœur explanté. — Nous avons parlé récemment ici-même des expériences d'Ekman et de Stöhr sur l'explantation du cœur chez

(1) Ch. FABRY, *Les applications des interférences lumineuses* ; p. 144. Éditions de la Revue d'Optique, Paris, 1923.

Digitized by Google

de très jeunes larves de Grenouille. On cultive généralement ces petits organes entourés d'une vésicule d'ectoderme dans des solutions salines; la préparation est tellement transparente que l'on peut voir, sans difficulté, les mouvements du cœur à travers l'ectoderme, et qu'on peut obtenir, avec un appareil pour microphotographie cinématographique, de beaux films représentant les mouvements d'un cœur embryonnaire. Cette explantation se fait à une époque de la vie larvaire où l'on ne voit encore rien du cœur qui va se former; c'est *in-vitro* que l'ébauche du cœur se développe et donne un petit organe pulsatile, entièrement privé de nerfs. D'où viennent les mouvements automatiques de pareils cœurs explantés et ne présentant pas de nerfs? On sait le rôle que le physiologiste hollandais Zwaardemaker attribue au potassium dans l'automatisme du cœur. Aussi, M. Woerdeman, de l'Université d'Amsterdam, a-t-il cherché à préciser l'influence du potassium sur les cœurs embryonnaires *in-vitro* (*Arch. néerlandaises de physiologie*, t. IX, p. 153, 1924). Les premiers essais ont été négatifs : Dans les solutions de Ringer contenant du potassium ou n'en contenant pas, les pulsations rythmiques se poursuivaient à peu près de la même façon. Cependant, comme la vésicule d'ectoderme dont est entouré le cœur est très peu perméable au sel, et que d'autre part, dans ces vésicules, il existe presque toujours un petit morceau de foie ou d'intestin avec des cellules très riches en grains de vitellus et contenant du potassium, il était nécessaire de faire des cultures du cœur nu. Ekman a déjà réussi de telles cultures, en enlevant une minuscule ébauche du cœur sans aucune trace de tissu hépatique adhérent. Woerdeman, dans ses expériences, ouvre la vésicule d'ectoderme, malgré les inconvénients de ce procédé, et il constate que le cœur embryonnaire (dans le stade tubulaire) dénué de nerfs, cesse de battre lorsqu'on enlève le potassium du milieu de culture, et reprend ses pulsations aussitôt après l'addition de potassium. Les temps auxquels les mouvements du cœur s'arrêtent ou bien reprennent varient assez sensiblement d'un cas à l'autre.

Woerdeman a fait aussi des expériences sur des cœurs enlevés à des larves plus âgées, à branchies operculisées; le cœur, à ce stade, contient déjà son système nerveux propre et présente des liaisons avec le système nerveux central. Un pareil cœur réagit très rapidement à une soustraction et à une addition de potassium. On le porte, à l'aide d'un fin cheveu bouclé, dans une solution de Ringer privé de ce sel : aussitôt ses pulsations s'arrêtent. On attend une quinzaine de minutes, et on ajoute une goutte d'une solution de chlorure de potassium : au bout de quelques secondes, le cœur recommence à se contracter, et presque aussitôt s'établissent des pulsations régulières. Le porte-t-on dans un nouveau liquide privé de potassium, il s'arrête à nouveau, pour recommencer à battre après addition de ce sel. On peut recommencer l'expérience plusieurs fois, et elle est en somme si simple que l'auteur la recommande pour les travaux pratiques de physiologie.

A. Drz.

Variétés

Le chimiste Moissan et le rendement des laboratoires. — Au moment où la question de l'aide aux laboratoires de recherches est encore à l'ordre du jour, il n'est pas inutile de rappeler la situation précaire des laboratoires d'autrefois et la façon dont les Maîtres de ces laboratoires résolvaient la question d'une production scientifique intensive avec la modicité des budgets et des moyens. L'un d'eux, Moissan, qui avait connu les débuts difficiles et l'inhospitalité des laboratoires officiels, voulut, quand après sa découverte du fluor, il disposa d'un laboratoire, y organiser la recherche et y attirer des élèves et collaborateurs. A la Faculté de Pharmacie, de 1887 à 1900, la production scientifique de son laboratoire a été très grande et à cette Faculté, un « Musée chimique Moissan » témoigne de sa fécondité par la réunion des nombreux produits nouveaux préparés. Appelé, en 1900, à la chaire de Chimie générale à la Sorbonne, où il disposait d'un laboratoire bien outillé et doté d'une riche bibliothèque, il put augmenter le nombre de ses élèves français et étrangers. Le budget officiel était de 8.500 fr. par an sur lesquels il fallait payer le chauffage, le gaz, les réparations locatives, etc., mais Moissan ne s'embarrassa jamais des questions de budget : le travail du laboratoire étant organisé pour le maximum de rendement. On engageait des dépenses : le Ministère, l'Institut de chimie appliquée, et surtout de généreux Mécènes, comme M. Solvay, MM. Mond père et fils, etc. payaient les dettes du laboratoire. Le gestionnaire relevait des dépenses annuelles de 25.000 à 30.000 fr. Moissan le faisait appeler et, en vrai chef de maison, lui demandait combien il y avait eu de Mémoires présentés à l'Académie des Sciences et à la Société chimique, de publications et de conférences, soit le chapitre *recettes* à mettre en balance avec le lourd chapitre *dépenses*. Le gestionnaire établissait le bilan et il se souvient de cet ordre du Maître demandant le prix de revient d'un Memoire aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Une année, le prix moyen était de 1.600 fr. Le Maître estimait qu'on pouvait augmenter la production en utilisant mieux l'outillage et exigeait l'abaissement du prix à 800 fr. : il convenait alors de contraindre le Maître et ses élèves à faire des publications plus nombreuses. Cette question du rendement des laboratoires, qui pourrait n'être pas à l'abri de toute critique, était nécessaire pour obtenir des crédits et des dons. Si on demande de l'argent pour les laboratoires, il faut que ceux-ci soient des vrais laboratoires, qu'on y travaille, et beaucoup, et qu'on y utilise l'outillage accumulé. Un Ministre avisé, sans doute conseillé par des hommes de laboratoire, avait même formé le projet de l'inventaire des ressources des laboratoires et la possibilité de leur mise en commun. Une circulaire aux Recteurs avait été envoyée à cet effet, et il serait intéressant de savoir ce qui a été répondu; un spirituel Recteur avait déclaré que la question était délicate, qu'il y avait encore des restes du régime féodal et que certains princes de la Science tenaient à ne rien céder de leur fief, même quand ils laissaient leurs terres en friche. Il ne faut plus de laboratoires stériles ou stérilisés.

A. Rigaut.

Digitized by Google

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

Le chargement des foyers de locomotives (1). — Si on chronomètre le travail d'un chauffeur de locomotive, on constate que le temps rigoureusement passé à charger une grille de 4 m² pendant une heure représente 800 secondes, c'est-à-dire entre le 1/4 et le 1/5 du temps total. Il semble donc qu'on soit à la limite de l'effort demandé au chauffeur; d'autre part, la porte du foyer étant ouverte pendant le chargement, c'est pendant 1/4 à 1/5 du temps que l'air arrive en très grand excès au-dessus de la grille au lieu de la traverser. La combustion ne s'effectue donc pas dans de bonnes conditions économiques.

Pour ces raisons, on conçoit que si on est conduit à dépasser 2.000 ou 2.500 kg. (extrême limite de charbon chargé par heure), on cherche à faciliter la tâche du chauffeur.

En Europe cette limite est rarement atteinte; cependant on y a soulagé le chauffeur en remplaçant la soute horizontale du tender par une soute en trémie : le chauffeur n'a plus alors qu'à se retourner pour pelleter.

Le problème s'est posé au contraire dans d'autres pays. Ainsi aux États-Unis, on dut faire usage, sur certains parcours, de locomotives très puissantes dont la grille mesurait 8 m² et 10 m². A leur mise en service, on a constaté, que, bien que plus puissantes que les locomotives qu'elles remplaçaient, elles ne tiraient pas des charges beaucoup plus grandes; et cela parce que la tâche imposée aux chauffeurs était au-dessus de leurs forces. C'est pour cette raison que, aux États-Unis, il y a une vingtaine d'années déjà, on s'est efforcé de résoudre le problème du chargement mécanique. Un grand nombre de dispositifs ont été essayés; deux types seulement sont en faveur : le chargeur duplex et le chargeur Elvin.

1° *Chargeur duplex* : le combustible est amené du tender par une vis sans fin dans une trémie placée devant le foyer ; de là, deux autres vis sans fin le montent à droite et à gauche, devant deux orifices; soufflé par un jet de vapeur, le combustible est projeté sur la grille par ces orifices; des déflecteurs assurent sa répartition sur toute la grille. La consommation de vapeur ne dépasserait pas 1,4 p. 100 de la vaporisation totale de la chaudière.

2° *Chargeur Elvin* : le charbon, amené du tender par une chaîne sans fin, tombe dans une trémie, passe dans un concasseur d'où deux vis sans fin l'élèvent jusqu'à deux orifices; devant chaque orifice le charbon tombe alternativement sur deux pelles mécaniques qui, à tour de rôle, le projettent sur la grille.

En France, des essais probants n'ont été faits qu'avec le type de chargeur mécanique imaginé par M. Foillard en 1911 et construit par les Établissements Sautter-Harlé. L'inventeur, après avoir étudié le fonctionnement des chargeurs connus à l'époque, a reconnu la nécessité de laisser aux soins du chauffeur la partie de son travail qui exige de l'intelligence; il suffit de lui épargner le travail pénible du pelletage.

L'appareil consiste en une seule vis sans fin inclinée qui prend le combustible au fond du tender et le porte à la partie haute de la plaque du foyer, en passant au-dessus de la tête du chauffeur. Le charbon tombe sur une pelle équilibrée et orientable dans toutes les directions, d'où, projeté, il retombe sur la grille. Le chauffeur, en manœuvrant sa pelle, à la main, de l'extérieur, conserve toujours le contrôle du feu et pare aux irrégularités qui se produisent toujours dans la combustion et auxquelles les dispositifs entièrement mécaniques ne peuvent remédier. Dans presque tous les chargeurs mécaniques un inconvénient subsiste : les vis et chaînes sans fin ne pouvant transporter des menus mouillés sans s'obstruer, les menus, qui tombent d'assez haut, sont entraînés et brûlent mal, alors que le chauffeur les mouille pour éviter cet entraînement.

M. Sauvage est d'avis qu'on ne doit recourir au chargeur mécanique que s'il est indispensable; dans les cas limites, on trouvera toujours un très bon chauffeur capable de charger sans fatigue excessive et de façon soutenue, pendant 2 ou 3 heures, 2.500 kg. à l'heure. Au delà, le chargeur mécanique est préférable à un deuxième chauffeur.

S. R.

(1) Extrait d'une conférence faite le 8 novembre 1924 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par M. Édouard Sauvage, vice-président de la Société.

Agronomie

La Motoculture. — La motoculture incite beaucoup de chercheurs à mettre au point la fabrication de carburants de synthèse. Les réalisations industrielles suivent — de loin — les belles recherches scientifiques, mais nous avons acquis de nouveaux motifs d'espérance. Il n'est pas insensé de penser que nous pourrons, un jour, nous affranchir de la tutelle étrangère si nos efforts sont bien coordonnés et ne conduisent pas à un gaspillage de capitaux.

Provisoirement, en ce qui concerne la motoculture, le charbon de bois (en attendant le semi-coke de lignite), offre une solution économique et très pratique avec les dispositifs Berliet-Imbert, Renault et Auto-gaz. Les tracteurs Fiat à l'huile lourde et Wallut à l'huile de schiste répondent également à un souci d'économie.

Au point de vue mécanique, nous assistons à une lutte intéressante entre les tracteurs à roues et à chenilles. Renault et Ford ne prennent pas parti et laissent le client choisir entre les deux dispositifs. En l'état actuel, nous ne saurions condamner l'un des systèmes et nous ne savons si l'on doit estimer davantage le tracteur Citroën-Kégresse à chenilles de caoutchouc ou le tracteur Latil à quatre roues motrices d'une puissance vraiment impressionnante.

Les chenilles paraissent préférables dans les terrains meubles, mais le labour sur *pneumatiques* proposé par Latil, solution bien originale, pourrait prévaloir. Chaque roue porte, en outre, des palettes d'adhérence qui s'appuient simultanément sur un arc solidaire de la roue et sur le pneu lui-même, de sorte que l'on peut, en effaçant les palettes, marcher très facilement sur une route ou sur un terrain dur. Il paraît d'ailleurs que les pneus peuvent fonctionner un an sans accident et qu'ils s'accommodent mieux des champs que des routes.

Nous ne pouvons examiner tous les dispositifs, mais nous pouvons nous réjouir de constater qu'un grand nombre de constructeurs, tels que : Agricultural, Agro,

Digitized by Google

Allied Machinery, American Tractor Austin, Bauche, Citroën, Delieuvin, Emerson, Excelsior, Faul, Fiat, Ford, Latil, Mistral, Moline, Praga, Ravaud, Renault, Rip, Scemia, Somua, Wallut, offrent des bineuses, des « cultivateurs », des charrues et des tracteurs qui permettent de résoudre tous les problèmes en terrains variés.

Nous disposons donc, d'ores et déjà, des moyens suffisants pour parer à la carence de la main-d'œuvre agricole. Edmond Marcotte.

NOUVELLES

Académie des Sciences M. Lindet a été élu membre de la Commission de la Caisse des recherches scientifiques, en remplacement de M. Maquenne, décédé.

— M. Max Ringelmann a fait acte de candidature au siège vacant dans la section du génie rural.

Dans la séance du 2 mars, M. le professeur Roland Thaxter, de l'Université de Cambridge (Massachusets), a été nommé correspondant de la section de botanique.

Académie de Médecine. — Dans la séance du 3 mars, l'Académie a élu membres correspondants nationaux de biologie : MM. Derrien et Doyon.

Académie des Sciences d'Amsterdam. — La médaille Leenwenhoek, décernée tous les dix ans au savant qui fait faire le plus de progrès à la bactériologie, vient d'être attribuée à notre compatriote le Dr D'Herelle (Microorganismes bactériophages).

Cette médaille a été attribuée successivement à Ehrenberg (1875), Cohn (1885), Pasteur (1895), Bejrinck (1905), David Bruce (1915).

Le Sou des Laboratoires. — Sur la proposition de M. Emile Borel, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne, Député de l'Aveyron, la Chambre des Députés a voté, le 23 février, un article de la loi des finances instituant ce que M. Borel a si heureusement appelé le *Sou des Laboratoires*.

Il sera prélevé cinq centimes sur cent francs de salaires payés par le commerce et l'industrie. Charge minime, insignifiante, pour ceux qui la verseront, puiqu'elle ne correspond qu'à 14 secondes sur les 8 heures du travail journalier, mais dont on n'attend pas moins de douze millions. C'est plus que le produit de la Journée Pasteur, qui vient d'être distribué par l'Académie des Sciences et le Syndicat de la Presse.

Le Sou des Laboratoires a recueilli l'adhésion à peu près unanime de tous les partis de la Chambre. Le Sénat ne témoignera pas d'un patriotisme moins clairvoyant que la Chambre, et il ne peut manquer de voter une mesure qui assurera la vie de nos Laboratoires de Recherches Scientifiques, dont l'activité, en fécondant l'agriculture et l'industrie, créera la puissance, sans laquelle il ne saurait y avoir pour notre pays ni sécurité ni propsérité. Ch. M.

Société française de physique. — Une partie de la bibliothèque de la Société de Physique a été transportée à l'Institut d'Optique dont la bibliothèque reçoit l'échange avec sa publication *la Revue d'Optique*. Ainsi s'établit une source précieuse pour la documentation. On sait que la bibliothèque de la Société chimique est réunie dans le même local que celle de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Un crédit de 1 million de francs a été inscrit au budget de 1925 pour la participation de l'Etat au fonds national de prêts d'honneur aux étudiants, ainsi que 1.650.000 francs comme subventions exceptionnelles aux Universités pour travaux et installations.

— La statistique des étudiants immatriculés au 31 juillet 1924 s'établit ainsi (*Bull. de l'Instr. publique*, 15 décembre 1924).

	Total	Droit	Sciences	Lettres
Paris	22.155	9.030	3.276	3.894
Aix-Marseille	1.735	622	480	166
Alger	1.489	736	188	216
Besançon	347	»	172	142
Bordeaux	2.752	677	452	331
Caen	977	371	218	»
Clermont	437		147	169
Dijon	740	371	115	208
Grenoble	2.115	317	949	791
Lille	2.070	608	442	360
Lyon	3.288	769	801	463
Montpellier	2.081	572	380	305
Nancy	2.002	449	839	232
Poitiers	1.270	517	224	236
Rennes	2.164	470	505	210
Strasbourg	2.813	752	465	672
Toulouse	2.456	622	941	429
Total....	50.891	16.883	10.595	9.042

	Médecine		Pharmacie	Français	Étranger
Paris	4.971		903	18.889	3.266
Reims		87			
Aix-Marseille		467		1.670	65
Alger		349		1.462	27
Besançon		33		303	44
Bordeaux		1.292		2.559	193
Caen		56		869	108
Rouen		108			
Clermont		121		419	18
Dijon		46		664	76
Grenoble		58		1.365	750
Lille		587		2.033	37
Amiens		73			
Lyon		1.255		2.840	448
Montpellier	654		170	1.773	308
Nancy	323		159	1.734	268
Poitiers		47		1.213	57
Limoges		111			
Tours		135			
Rennes		284		2.086	78
Angers		168			
Nantes		527			
Strasbourg	598		113	2.400	413
Toulouse		464		2.191	265
Total...	10.493	6.268	1.345	44.490	6.401

Soit, en pour 100. Droit : 33,1. Sciences : 18,8. Lettres : 17,8. Médecine et pharmacie : 35,5.

Etrangers : 12,6. Etudiantes : 19,7, dont le sixième de nationalité étrangères. Le nombre des étudiantes était de 10 % en 1913.

Facultés des Sciences. — Les licenciés ès sciences, pour être admis dans l'enseignement primaire supérieur, doivent justifier : pour les mathématiques, des certificats de mathématiques générales, de physique générale et d'un certificat d'ordre mathématique (au choix) ; pour les sciences physiques et naturelles, des certificats de Physique générale, du S. P. C. N. et d'un certificat de chimie ou d'histoire naturelle au choix (*J. off.* Décret 24 février).

Digitized by Google

Université de Paris. — Le recteur est autorisé à accepter le legs universel alloué par la marquise Arconati-Visconti, née Peyrat : les arrérages des titres de rentes au nom de l'Université seront affectés aux travaux de recherches.

— Une subvention extraordinaire de 400.000 francs est votée pour l'achèvement et l'aménagement de l'Institut du radium et du laboratoire de chimie physique.

Faculté des Sciences. — M. Maurice Roy, ingénieur au Corps des Mines, fait, depuis le 4 mars, tous les mercredis à 16 heures (Amp. de Géologie) 10 Conférences sur l'aérodynamique des ailes sustentatrices.

— M. Chazy a été désigné comme chargé de cours de mathématiques générales.

— Les 1ers et 3mes samedis du mois à 9 heures du matin, au Laboratoire de Biologie expérimentale, M. le Dr Comandon présentera ses films de biologie cellulaire.

Grâce aux fonds accordés au professeur Jean Perrin, le nouveau générateur de courant continu à 500.000 volts construit par les établissements Gaiffe, Gallot et Pillon pourra être installé au nouvel Institut de Chimie physique de la rue Pierre Curie, dont l'inauguration aura lieu en novembre prochain.

— A la dernière leçon de M. Henry Le Chatelier, les élèves avaient organisé une manifestation de respectueuse sympathie en l'honneur de l'éminent savant et maître, qui doit prochainement être mis à la retraite.

— L'Association des anciens élèves de la Faculté a organisé un office de placement. M. Virlogeux, secrétaire, se tient à la disposition des camarades qui cherchent une situation, les lundis de 8 h. 1/2 à 9 h. 1/2 à la salle de Travail des Etudiants (Escalier de la Minéralogie).

Ecole Normale supérieure. — Le nombre des élèves à admettre au prochain concours dans la section des Sciences a été fixé à 20 ; ces élèves seront considérés comme des boursiers près de la Faculté de Paris.

Soutenances de thèses. — Pour le Doctorat ès sciences physiques, M. Bourguel, le 5 mars. « Recherches sur la préparation des carbures acétyléniques vrais ».

Faculté de médecine. — La chaire d'anatomie pathologique est déclarée vacante (28 février).

Institut de Statistique. — (Placé sous la direction des Facultés de Droit, de Médecine, des Sciences et des Lettres).

— 2e semestre. Voici la liste des leçons qui seront professées :

— M. Emile Borel, professeur à la Faculté des Sciences de Paris ; M. Darmois, professeur à la Faculté de Sciences de Nancy, suppléant : « Méthode statistique. Applications des Mathématiques ». 12 leçons, les vendredis à 17 h. 1/2 à partir du 6 mars.

— M. Hochart, Actuaire de la Nationale-Vie : « Théorie des Assurances sur la Vie », les mercredis à 17 h. 1/2.

— M. Michel Huber, Directeur de la Statistique générale : « Démographie et statistique sanitaire ». Mardis et jeudis 17 h. 1/2.

L'Institut délivre un certificat et un diplôme de statisticien. Les examens auront lieu à la fin du mois de juin 1925.

Muséum d'histoire naturelle. — Le cours d'entomologie de M. le professeur Bouvier s'est ouvert le 3 mars ; il a lieu les mardis et samedis à 14 h. 1/2 : « Sur quelques familles de Lepidoptères » d'après les collections sur plâtre, données par M. le Baron Tossiva. Les jeudis de 2 à 5 heures, le laboratoire est ouvert au public et aux savants, pour tous renseignements entomologiques.

École polytechnique. — Un décret (*J. Off.* 25 février) prévoit des sanctions contre les élèves qui n'ont pas satisfait aux examens semestriels ; l'exclusion pourra être prononcée. On a observé une diminution anormale du labeur fourni par les dernières promotions. — Une révision de l'enseignement est faite dans le sens de l'allégement des programmes qui sont à rajeunir ainsi que les programmes du concours d'entrée.

École Centrale des Arts et Manufactures. — Sont nommés président et vice-président du Conseil d'administration : M. Roger, industriel, et M. Duplaix, ingénieur des chemins de fer de l'Etat, professeur à l'Ecole Centrale (construction métallique).

Institut national agronomique. — M. F. Michaud, docteur ès sciences, agrégé des sciences phsyiques, est nommé, après concours, préparateur répétiteur de la chaire d'électrotechnique.

Université d'Alger. — Sont déclarées vacantes, à la date du 28 février, les chaires suivantes :

1° Histoire naturelle médicale et parasitologie ;

2° Clinique chirurgicale ;

3° Anatomie.

Université de Bordeaux. — M. le professeur de pathologie Cruchet a fait, devant la Société royale de médecine de Londres, une conférence sur : « L'Encéphalite épidémique ». Il a en outre, à l'Institut français, fait un exposé des découvertes de la médecine française.

Université de Strasbourg. — La Galerie Botanique du Muséum national d'Histoire Naturelle de Paris a déposé à l'Institut Botanique de Strasbourg l'Herbier de M. Schlumberger, de Guebwiller. Cet Herbier se rapporte surtout à la flore d'Alsace ; il comprend 184 cartons et il est accompagné de deux exsiccatas, des catalogues manuscrits de M. Schlumberger et d'un certain nombre de livres.

L'Herbier Schlumberger est, dès maintenant, à la disposition de toutes les personnes qui auraient besoin de le consulter.

Écoles de médecine et de pharmacie. — Un concours aura lieu, à la Faculté de Médecine de Paris, le 19 octobre prochain, pour la désignation à deux postes de suppléants des chaires d'anatomie et de pathologie externe à l'Ecole de plein exercice de Nantes.

Ecoles nationales d'agriculture. — Un concours aura lieu, à l'Institut agronomique, le 1er avril prochain, pour la nomination d'un professeur d'économie et de législation rurales à l'Ecole de Montpellier.

— M. Lafontaine est nommé directeur des études de l'Ecole de Grignon.

Universités américaines. — L'Office des Universités, (96, boulevard Raspail, Paris), signale les bourses renouvelables pendant trois ans dans les Universités américaines d'Harward et de Princeton. — L'année universitaire dure du milieu de septembre au milieu de juin. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 9 février 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Georges Giraud.* — **Sur le problème de Dirichlet généralisé : équations non linéaires à m variables.**

— *F. Defourneaux* (prés. par M. Appell). — **Sur quelques applications des polynomes électrosphériques à la théorie des nombres.**

— *Maurice Fréchet* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les espaces affines abstraits.**

RELATIVITÉ. — *Henri Malet* (prés. par M. d'Ocagne). — **La notion de la variation de la masse déduite de la seule formule d'addition des vitesses.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Maurice Le Besnerais et Raoul Ferrier* (prés. par M. Paul Painlevé). — **La constitution électrique de l'éther.**

Digitized by Google

ELASTICITÉ. — *Wladimir de Belaevsky* (prés. par M. Mesnager). — **Sur la rupture du barrage de Bouzey.**

La rupture du barrage de Bouzey, qui s'est produite en 1895, avait été attribuée par M. Maurice Lévy à un effet de cisaillement. M. de Belaevsky a réalisé un modèle réduit de ce barrage et a mesuré la répartition des pressions ; il en conclut que la rupture s'est produite par arrachement et non par cisaillement.

THERMODYNAMIQUE. — *Marcus Brutzkus* (prés. par M. Lecornu). — **La réalisation des réactions chimiques dans des compresseurs.**

Il est possible, en utilisant un moteur Diesel, de faire les essais de réactions chimiques, dans des conditions variables de pression, de température et de concentration.

SPECTROSCOPIE. — *F. Croze* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la structure du spectre de lignes de l'oxygène ionisé.**

Il s'agit, dans cette note, de multiplets appartenant au spectre de l'oxygène ionisé (O^{7}) et résultant de combinaisons entre deux systèmes de termes doubles.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *B. Szilard* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Nouvelle méthode d'examen de l'intérieur des perles.**

La méthode consiste à observer, avec un viseur de grossissement convenable, l'intérieur de la perle fortement éclairée et plongée dans un liquide de même indice de réfraction.

On arrive ainsi à une identification certaine ; les documents obtenus par la photographie permettent de déterminer l'importance du noyau de nacre par rapport aux couches concentriques perlières.

RADIOACTIVITÉ. — *Nobuo Yamada* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les particules de long parcours du polonium.**

Les résultats obtenus par Bates et Rogers, qui avaient observé trois groupes de particules α du polonium, de parcours de l'ordre de 6 centimètres, 10 centimètres et 13 centimères, à 15° C, sous la pression de 76 centimètres de mercure, apparaissent comme faussés par les particules α émises par les métaux sur lesquels le polonium avait été déposé et par la présence des écrans interposés.

MINÉRALOGIE. — *Charles Chéneveau.* — **Sur la formation de l'ambre mat naturel.**

L'auteur met en évidence qu'une résine nouvelle peut prendre l'aspect d'une résine fossile, par exemple, celui de l'ambre qui provient d'un conifère, aujourd'hui disparu, le *Pinus succinifer*. Il suffit, pour la rendre mate, de la chauffer à 50°, après l'avoir rendue superficiellement plastique par plongée dans l'eau à 40°. Il est permis de penser qu'à l'époque tertiaire, la température des régions baltiques (où se rencontre l'ambre) était suffisamment élevée pour produire une transformation analogue, en présence de l'eau.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Roger* (prés. par M. Pierre Termier). — **Nouvelles observations sur l'orientation de l'iodure d'ammonium par le mica muscovite.**

De cette étude, il résulte que l'orientation mutuelle, pour les corps mésomorphes comme pour les cristaux, dépend surtout de la dernière couche superficielle des molécules. On conçoit donc la possibilité de mettre en évidence la symétrie d'une strate unique de molécules, parallèle à un plan réticulaire.

HYDROLOGIE. — *Ch. Lormand* (prés. par M. G. Urbain). — **Analyse d'eaux thermales de Chaudesaigues (Cantal).**

Ces eaux avaient été analysées, il y a longtemps, par Chevalier (1828), puis par Blondeau (1850) ; l'analyse, que l'auteur a reprise pour la source du Par dont la température est de 80°4, se rapporte à la composition chimique et à la radioactivité. Il n'y a pas de dégagement gazeux spontané.

MÉTÉOROLOGIE. — *C. Dauzère* (prés. par M. M. Brillouin). — **Sur la vase atmosphérique et la mer des nuages. Observations faites au Pic du Midi.**

Les poussières très fines, en suspension dans l'atmosphère, constituent la vase atmosphérique qu'on peut observer de la terrasse de l'Observatoire du Pic du Midi (2.860 mètres) ; par temps calme, celle-ci est limitée par un plan horizontal dont le niveau s'abaisse la nuit et s'élève le jour. Les nuages inférieurs qui constituent la mer des nuages se forment dans cette couche et sont généralement limités au même plan horizontal. Il existe parfois plusieurs couches de nuages ou de brumes à des hauteurs différentes limitées, à leur partie supérieure, par des surfaces horizontales.

R. DONGIER.

PHYSICO-CHIMIE. — *F. Vlès et E. Vellinger* (prés. par M. A. Haller). — **Propriétés physico-chimiques de la gélatine : le pouvoir rotatoire.**

On sait que Loeb a établi que les variations de propriétés des protéiques sont liées au *pH*. Il était intéressant de suivre ces variations avec le pouvoir rotatoire, l'absorption dans l'ultra-violet et la réfraction moléculaire. Dans cette première étude, relative au pouvoir rotatoire, on observe un maximum nettement accusé pour un *pH* égal à 4,7 ; de part et d'autre, se trouvent deux minima, plus accentués en lumière bleue qu'en lumière jaune.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lespieau* (prés. par M. A. Haller). — **Sur le glycol CH = C — C — CHOH — CH^2OH.**

L'action de l'aldéhyde monochlorée sur le dérivé magnésien mixte de C^2H^2 donne la chlorhydrine qui, avec HOK, fournit l'oxyde d'éthylène. Celui-ci, hydraté en tube scellé à 100°, produit le glycol acétylénique vrai avec un rendement de 90 % ; c'est un solide cristallisé qui fond à 39°5-40°5, ne précipite pas le chlorure cuivreux ammoniacal et le nitrate d'argent ammoniacal, composés qui servent d'ordinaire comme réactifs des composés acétyléniques vrais. La présence des deux oxhydriles détermine la formation d'un composé, qui est soluble dans l'eau.

— *M. Godchot* (prés. par M. A. Haller). — **Sur l'octohydrophénazine.**

La monochloro-cyclohexanone, préparée avec la chlorourée (Detœuf), réagit sur NH^3 pour donner la base, $C^{12}H^{16}N^2$, qui cristallise dans l'acétone en prismes jaunes, fluorescents, fusibles à 107°-108° ; il se forme un platichlorure et un picrate qui peuvent servir à l'identifier.

A. RIGAUT.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet, M. Oxner et J. Richard.* — **Viande cuite et viande crue dans l'alimentation des poissons.**

Chez les animaux carnivores, notamment le chien, la vie ne peut se prolonger quand l'alimentation est uniquement de la viande cuite, tandis qu'avec la viande crue, aliment unique, la santé et la robustesse des animaux sont admirables. La même loi se retrouve chez les poissons. Des Tanudes nourris de chair cuite se développent moins vite que des Tanudes nourris de chair crue (de poisson).

— *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Les étapes de la coagulation vitale.**

La vie cellulaire exige un taux d'hydratation en rapport avec l'intensité de ses opérations intimes, et avec l'état physique du protoplasma. L'eau est dans un tel équilibre avec cette matière vivante que celui-ci cesse, ou se trouble, dès qu'intervient un agent coagulant.

Mais il existe un domaine de *coagulation réversible* où les propriétés du cytoplasma peuvent être récupérées grâce à des procédés physiologiques. Au-delà d'une certaine dose toxique, coagulante, elles sont altérées profondément ; le retour à la vitalité première devient impossible.

Digitized by Google

En définitive, *l'intoxication est cellulaire*; elle agit par coagulation et déshydratation progressives.

— *Jean Roche* (prés. par M. Henneguy). — **La respiration des tissus dans l'avitaminose et l'inanition.**

Il semble que la cause de l'avitaminose doit être recherchée dans la satisfaction d'un besoin métabolique différencié, bien plutôt que dans une diminution de la respiration élémentaire des tissus.

PATHOLOGIE. — *H. Vincent.* — **Sur la pathogénie et les conditions d'entretien de la colibacilluric.**

Par l'inoculation répétée de culture de *B. Coli communis* d'abord tué, puis vivant, on confère aux lapins une immunité très forte contre ce microbe. Le sang des animaux immunisés est très riche en anticorps.

Chez les animaux immunisés activement contre le *B. coli communis*, l'anticorps spécifique ne subit, dans l'urine, qu'un court passage pendant lequel il n'existe qu'en proportion minime. On s'explique, dès lors, pourquoi le bacille peut persister dans l'urine qui lui sert de milieu nutritif et pourquoi la vaccinothérapie ne donne pas, le plus souvent, chez les malades atteints de colibacillose urinaire ancienne, de résultat appréciable.

MYCOLOGIE. — *R. Kuhner* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur la nature des cystides chez les Basidiomycètes.**

Chez le *Mycena fellea* Lange, les cystides ne peuvent être assimilées d'aucune façon aux paraphyses des Ascomycètes qui sont des poils stériles : elles représentent de véritables basides dans lesquelles une abondante sécrétion a eu pour résultat d'arrêter le développement normal à un stade variable de son évolution.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Hée et R. Bonnet* (prés. par M. Guignard). — **Influence de la teneur en oxygène de l'eau sur la respiration des plantes submergées.**

L'intensité de la respiration n'est pas modifiée d'une façon sensible par les variations de la teneur en oxygène de l'eau. Tout au plus peut-on, dans quelques cas, attribuer à la grande richesse de l'eau en oxygène une très légère augmentation de la valeur de la respiration.

— *E. Michel-Durand* (prés. par M. M. Molliard). — **Sous quelle forme existent les tannins chez les Spirogyres.**

Dans les Spirogyres, le taux en principes tanniques est d'environ 3 % du poids sec. Ces tannins sont entièrement solubles dans l'acétone.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Henri Piéron* (prés. par M. Henneguy). — **Sur les caractéristiques différentielles du fonctionnement des cônes et des bâtonnets rétiniens.**

Les cônes apparaissent comme un appareil adapté à l'utilisation lumineuse du rayonnement solaire, dont l'énergie maxima, après absorption sélective par l'atmosphère, se trouve autour de 590$m\mu$, et fonctionnent pour une vision discriminative en fixation relativement prolongée.

Les bâtonnets, adaptés d'un côté à l'utilisation lumineuse des faibles rayonnements nocturnes, fonctionnent d'autre part comme appareils avertisseurs latéraux, déclanchant les réflexes de fixation exploratrice, leur rendement, par rapport à celui des cônes, étant proportionnellement d'autant plus grand que la durée d'excitation est moindre.

HERPÉTOLOGIE. — *M^me^ Phisalix* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Autopsie d'un Python réticulé mesurant 5 m. 75 de longueur.**

Ce python était mort d'une congestion pulmonaire aiguë, consécutive à l'action du froid. Contrairement à ce que l'on avait cru pendant 12 ans, l'autopsie a révélé qu'il s'agissait d'une femelle, ne possédant pas moins de 950 grammes d'ovules dans ses ovaires.

La substitution complète et précoce de kystes inertes au tissu splénique, assimilable, dans une certaine mesure, à l'ablation de la rate, n'a pas retenti sur l'état général du serpent, qui concorde avec ce que l'on sait des fonctions de la rate chez les Vertébrés supérieurs.

CYTOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. Mesnil). — **Les nématocystes et spirocystes des Cœlentérés, Mode de fonctionnement et caractères différentiels.**

Le maintien d'une catégorie spéciale pour les spirocystes des Cœlentérés se justifie seulement par suite de leurs propriétés physiques particulières. Le mode de fonctionnement est identique, dans tous les éléments urticants connus (Cœlentérés, Cnidosporidies, Polykrikos); il est toujours une projection par dévagination.

PROTISTOLOGIE. — *O. Duboscq et P. Grassé* (prés. par M. Henneguy). — **L'appareil parabasal des Flagellés et sa signification,**

L'appareil parabasal des Flagellés est homologue à l'idiozome de la spermatide et représente comme lui l'appareil de Golgi. Ils ont les mêmes connexions, étant l'un et l'autre contigus simultanément au noyau et au centrosome au blépharoplaste. Les auteurs sont d'avis qu'on peut poursuivre ailleurs que dans les éléments flagellés cette homologie de l'appareil parabasal et de l'appareil de Golgi.

R. GUÉRIN.

Séance du lundi 16 février 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Kowalewski.* — **Les groupes plans à deux transformations infinitésimales fondamentales.**

— *Angelesco* (prés. par M. Appell). — **Sur des polynomes qui se rattachent à ceux de M. Appell.**

— *André Roussel* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la semi-continuité.**

AÉRONAUTIQUE. — *A. Alayrac* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Étude du vol plané dans un vent de direction oscillante et dans un vent oscillatoire de courte période.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Louis de Broglie* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la fréquence propre de l'électron.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *André Metz* (prés. par M. Emile Borel). — **L'entraînement de l'éther et l'aberration des étoiles.**

L'auteur met en évidence que l'aberration des étoiles, telle que l'observation la révèle, est incompatible avec l'hypothèse de l'entraînement de l'éther par la Terre.

OPTIQUE. — *A. Marsat* (transm. par M. André Blondel). — **Vérification des réflecteurs pour projecteurs d'automobiles.**

On déplace dans la direction de l'axe du miroir une lampe à incandescence dont le filament rectiligne est orienté parallèlement à l'axe du miroir. On reçoit le faisceau réfléchi sur un écran placé à une distance convenable (10 à 15 mètres pour des réflecteurs de 20 à 25 centimètres d'ouverture.) On détermine la distance des positions extrêmes de la lampe entre lesquelles il se produit une tache lumineuse sans portion centrale noire. Cette distance est égale à la propre longueur du filament augmentée de celle de la caustique focale.

PHYSIQUE. — *A. Leduc* (prés. par M. A. Cotton). — **Association moléculaire et équation d'état des gaz.**

L'essai théorique récent de J. Duclaux (J. de Ph. et du Radium (6), 5, 1924, p. 331) amène l'auteur à montrer que son calcul donnant la fraction zéminée des vapeurs anomales conduit à une formule qui s'identifie sensiblement avec celle de M. Duclaux.

SPECTROSCOPIE. — *H. Buisson et C. Jausseran* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le renversement spontané des raies du spectre du néon.**

Les auteurs viennent de mettre en évidence par l'expérience le renversement spontané de plusieurs raies du spectre du néon, quand celles-ci sont émises par une certaine épais-

Digitized by Google

seur de gaz lumineux. Il en résulte que ces raies peuvent difficilement constituer des étalons de longueur d'onde, comme cela a été proposé.

ACOUSTIQUE. — *André Broca* (prés. par M. J.-L. Breton). — **Montage rationnel des instruments à corde.**

Dans un instrument à corde, le son est transmis à la boîte de résonance par deux pieds du chevalet, et par l'appui que le tire-cordes prend sur le sillet du bas. Les points de contact appartenant à des lignes nodales, la qualité de l'instrument est d'autant meilleure que l'appui est plus ponctiforme. Guidé par cette considération, M. Broca a pu, avec le concours de Blondelet, indiquer d'intéressants perfectionnements, à la suite desquels les instruments ont gagné notablement en qualité, en puissance et en facilité de jeu.

RADIOACTIVITÉ. — *Robert Castagné* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Radioactivité des sources de quelques stations des Alpes (Aix-les-Bains, Challes-les-Eaux), des Pyrénées (Bagnères-de-Bigorre), des Cévennes (Lamalou-les-Bains, Balaruc-les-Bains, les Fumades), et des gaz naturels de Vergèze (Gard), de Hérépian et de Gabian (Hérault).**

La puissance radioactive des eaux de grand débit de la source d'Alun (Aix-les-Bains) dépasse celle de toutes les eaux françaises ; la puissance des eaux pyrénéennes est notable ; celle des sources cénévoles et du littoral méditerranéen est faible. Enfin, on a observé la présence de traces de radon dans les gaz du puits de pétrole de Gabian.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau* (prés. par M.-G. Ferrié). — **Les atmosphériques. Leur classification. Leurs propriétés thermodynamiques.**

L'auteur fait une étude statistique des « atmosphériques » provoqués par les fronts polaires, pseudo-polaires et les courants dérivés du front polaire ; il énonce les différences entre les phénomènes provoqués par l'air polaire des fronts froids et l'air tropical des fronts chauds. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *René Audubert et Mlle M. Quintin* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le mécanisme de l'adsorption des ions.**

On peut supposer l'équilibre d'adsorption d'ions comme conditionné essentiellement par les forces électrostatiques et par les forces osmotiques. Cette hypothèse permet d'établir une formule relative à diverses suspensions et à des ions de valences variées. Quand l'expérience vérifiera cette formule, on pourra conclure qu'il s'agit d'actions chimiques nulles ou négligeables entre l'adsorbant et l'adsorbé.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *F. Wandenbulcke* (prés. par M. A. Haller). — **Dosage rapide de l'acide sulfurique dans les eaux.**

C'est un dosage volumétrique des sulfates, reposant sur la propriété que possède le chromate de potassium, de précipiter Cl^2Ba à l'état de CrO^4Ba et, une fois la précipitation achevée, de subir une hydrolyse reconnaissable au virage au jaune que subit le rouge de méthyle. On détruit d'abord le bicarbonate de calcium par l'ébullition en présence de ClH afin d'obtenir un *p*H de 4,5, que l'on contrôle au moyen de la gamme du réactif coloré au bromo-phénol bleu.

— *Mme et M. A. Lassieur* (prés. par M. A. Haller). — **Séparation de Zn et Ni par H^2S.**

Il importait de préciser les conditions convenables par l'observation du *p*H ; on peut précipiter tout le Zn en présence de $SO^4(NH^4)^2$, lorsque le *p*H est compris entre 1,35 et 2 ; le Ni ne précipite qu'à partir d'un *p*H égal à 2,8 ; la précipitation est complète dans le cas de la neutralité, c'est-à-dire lorsque *p*H = 7. Il existe donc une marge qui permet d'assurer la séparation des deux métaux.

— *G. Dénigès* (prés. par M. Ch. Moureu). — **L'alloxanthine, réactif d'application très générale du ferricum.**

La solution sodique d'alloxantine se colore en bleu avec les sels ferriques et constitue un réactif encore plus sensible que l'ion sulfocyanique. On peut alors par la colorimétrie doser des traces de ferricum, dans le cas où toutes les autres méthodes ne donneraient rien.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J.-F. Durand et R. Naves* (transmise par M. P. Sabatier). — **Action de H^2O^2 sur les magnésyl-arylamines.**

L'eau oxygénée du commerce, agitée avec l'éther anhydre, donne une solution éthérée qu'on sépare par décantation. Desséchée, elle réagit sur $C^6H^5NHMgBr$, pour donner la phénylhydroxylamine (rendement de 80 %). Avec le perhydrol à 30 % de H^2O^2, il y aurait action sur le magnésien et diminution du rendement.

CHIMIE AGRICOLE. — *V. Vincent* (prés. par M. A.-Th. Schlœsing). — **Action des carbonates alcalins et alcalino-terreux sur l'acidité des sols.**

Les doses de neutralisants fixées par l'analyse se sont toujours montrées insuffisantes puisqu'après la récolte, l'acidité reste égale à 50 % ; le meilleur neutralisant est encore le carbonate de calcium, qui est sans action sur les semis, et peut être employé en toute saison.

A. Rigaut.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Sur un nouveau type de roche éruptive alcaline mésocrate.**

Il s'agit d'une roche constituant un type lithologique nouveau et remarquable, paraissant, à l'œil nu, essentiellement constituée par des aiguilles d'œgyrine vert d'herbe, au milieu desquelles apparaissent quelques grands cristaux d'un feldspath gris violacé. L'auteur propose de la désigner sous le nom d'*ordosite*.

PÉTROGRAPHIE. — *Paul Jodot* (prés. par M. Pierre Termier). — **Contribution à l'étude pétrographique des chailles : importance relative des spicules de spongiaires, des spicules d'alcyonnaires et des grains de quartz clastique.**

La valeur relative de certains organismes dans la constitution des chailles apparaît nettement à la lumière des proportions indiquées dans cette Note : 1° les spicules globuleux de spongiaires et les spicules d'alcyonnaires sont des facteurs de première importance ; 2° il est aisé de concevoir l'origine de la silice, en tenant compte de l'apport fourni par les spicules du squelette des spongiaires, en plus de celui des spicules globuleux ; 3° la présence des grains de quartz clastique n'est pas indispensable à la constitution de ces roches, puisqu'il manque dans les chailles argoviennes ; 4° enfin la silice du ciment, suivant les cas, peut réaliser une texture à tendance cryptocristalline ou être nettement cristalline.

GÉOLOGIE. — *Jean Piveteau* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur l'âge des couches de base des terrains sédimentaires du sud-ouest de Madagascar, entre l'Onilahy et le Mangoky.**

La découverte, dans les terrains en question, de fragments d'un Amphibien qu'il convient de rapporter au genre *Rhinesuchus*, permet d'attribuer au Permien moyen les grès et schistes de la région de Ranohira.

= *J. Savornin* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Le Bassin crétacé de la Haute-Moulouya.**

Ce n'est pas seulement sur la rive droite du fleuve, mais aussi sur la rive gauche, que le développement du Cénomanien, en particulier, se manifeste. Tout le bassin supérieur de la Moulouya est donc une aire synclinale de Crétacé

MYCOLOGIE. — *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). — **Sur la culture des Champignons. Hyménomycètes en milieu artificiel.**

Digitized by Google

Le milieu qui a fourni à l'auteur les meilleurs résultats consiste en un macéré de sciure de bois de Hêtre blanc auquel on ajoute : xylose, maltose, phosphate et azotate d'ammoniaque, gélose. On dissout à chaud, on répartit et stérilise.

A l'heure actuelle, M. Lutz cultive sur ce milieu, ou un milieu liquide obtenu en supprimant la gélose, 27 espèces d'Hyménomycètes, et leur nombre s'accroît régulièrement, témoignant d'une bonne généralité d'application.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Mlles J. Lelièvre et Y. Ménager* (prés. par M. A. Béhal). — **Application aux *L. flexicaulis* de la méthode d'analyse par combustion.**

Le maintien de la zone stipo-frondale avec le stipe a pour conséquences : 1° la stabilisation du taux faible d'iode, stabilisation totale et définitive si les échantillons sont chauffés immédiatement (0,58), partielle s'ils ne sont pas chauffés (0,84—0.79) ; 2° l'absence complète d'iode volatil dans les stipes chauffés ; 3° la formation d'une quantité maximum d'étain volatil précisément dans le cas des échantillons chauffés, où l'iode total est minimum et où l'iode volatil fait défaut.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *L. Herrera* (Extrait). — **Sur la présence de la silice dans les coupes histologiques incinérées. A propos d'une Note de M. A. Policard.**

A propos de cette Note, dans laquelle M. A. Policard affirme que l'incinération des coupes histologiques dans un petit four électrique permet de localiser les éléments minéraux fixes des tissus, l'auteur indique qu'il a appliqué cette incinération dès 1910, et que sa technique lui a permis de retrouver la Silice dans toutes les coupes histologiques des plantes et des animaux et dans toutes les matières organiques examinées pendant plusieurs années.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Maubert, L. Jaloustre, P. Lemay et G. Andreoly* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur les propriétés catalytiques du bismoxyl.**

Le tartrobismuthate de potassium et de sodium précipite la catalase des extraits hépatiques puisque le précipité formé possède comme celle-ci une grande activité sur H^2O^2, alors que le précipité obtenu avec l'ovalbumine est sans action, de même que le liquide surnageant après centrifugation. La catalase est fortement retenue et l'on ne peut la séparer, ni par des lavages, ni par dialyse.

Le précipité conserve ses propriétés catalytiques après dessiccation, mais il est rendu inactif par chauffage à 100° pendant 5 minutes.

L'activité du précipité sur H^2O^2 est indépendante de sa teneur en bismuth.

PHYSIOLOGIE. — *A. Rochon-Duvigneaud, E. Bourdelle et J. Dubar* (prés. par M. E. Leclainche). — **Appareils pour la détermination du champ visuel anatomique par la méthode de l'image transsclérale.**

La méthode de détermination du champ visuel anatomique par l'image transsclérale consiste essentiellement dans l'examen, sur un œil énucléé ou sur des yeux mis à découvert en place dans leur cavité orbitaire, des images transsclérales produites par une source lumineuse intense, susceptible de se déplacer sur un arc périmétrique. La mise en œuvre de cette méthode a conduit les auteurs à la conception d'appareils spéciaux décrits dans cette Note.

— *E. Hédon* (prés. par M. H. Vincent). — **La vie sans pancréas. Effets de la suppression du traitement par l'insuline chez le chien totalement dépancréaté : coma diabétique, sa guérison par bicarbonate de soude et insuline.**

La suppression brusque de l'insuline provoque des accidents d'acidose très graves. L'association des injections intraveineuses de bicarbonate de soude au traitement par l'insuline permet de rétablir l'état normal à une période très avancée du coma, alors que chacun de ces agents pris isolément serait inefficace.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Raoul M. May* (prés. par M. F. Mesnil). — **Rapport des nerfs avec la dégénérescence et la régénération des papilles gustatives.**

Les observations ont été faites sur le poisson-chat dont les papilles gustatives se trouvent sur toute la surface de l'animal et sont concentrées sur les barbillons. Le nerf ayant été coupé à la base des barbillons, l'auteur a pu suivre la dégénérescence et la régénération du nerf et des papilles gustatives dans ces barbillons.

M. May pense que, après la section du nerf, c'est l'interruption d'une fonction exercée par lui, plutôt qu'uniquement la discontinuité anatomique, qui donne lieu à la dégénérescence des papilles gustatives.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. Bouvier). — **Sur les poissons africains de la famille des Phractolœmidés.**

Cette famille ne comportait jusqu'ici qu'une unique espèce découverte en 1900, dans le delta du Niger, et décrite sous le nom de *Phractolœmus Ansorgei*. L'auteur en décrit une nouvelle qu'il dénomme *P. spinosus*, et dont deux exemplaires sur six sont pourvus de tubercules nuptiaux analogues à ceux qu'on rencontre chez les Cyprinidés pendant la saison des amours, tantôt chez les mâles, tantôt dans les deux sexes.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *R. Argaud* (prés. par M. Henneguy). — **Sur les terminaisons nerveuses dans les cancers humains.**

Cette Note résume quelques résultats d'investigations sur les terminaisons nerveuses dans une tumeur épithéliomateuse du chiasma des nerfs optiques (méningoblastome épithélial). L'auteur a surtout tenu à démontrer : 1° l'existence des terminaisons nerveuses dans les épithéliomas humains ; 2° leur prolifération, la multiplication de leurs ramuscules en rapport avec l'accroissement de la tumeur. La démonstration est d'autant plus nette que l'épithélioma étudié s'était développé aux dépens de l'épithélium unistratifié. Les fines arborisations aperçues au niveau des cellules les plus centrales des bourgeons néoplasiques ne peuvent donc être envisagées que comme des objets néoformés, en rapport génétique avec l'activité diérétique de la néoplasie dont elles concourent à assurer la trophicité.

MÉDECINE. — *H. Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Expériences de radiothérapie médullaire.**

La proportion de rayons arrivant à la moelle est beaucoup plus grande lorsqu'on fait pénétrer ces rayons dans une direction oblique et telle que le faisceau tombe perpendiculairement à la lame vertébrale : chez l'homme, cette lame a une orientation un peu différente suivant les régions. Le faisceau de rayons doit pénétrer sous une angle de 20° à 25° pour le renflement cervical et de 30° à 35° pour le renflement dorso-lombaire.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Annuaire pour l'an 1925, publié par le Bureau des Longitudes. Un volume in-16 de 686 pages, 5 cartes célestes en couleurs, 2 cartes magnétiques. Paris, Gauthier-Villars, éditeur. — Prix broché (net) : 6 fr. 50 ; relié (net) : 9 fr.

Ce voulume contient, comme ses devanciers, un ensemble important de renseignements précieux sur le Calendrier, la Terre, l'Astronomie, les Mesures légales, les Statistiques géographiques et démographiques etc.

Digitized by Google

Il apparaît, à cause de cela, comme particulièrement utile dans toute bibliothèque privée ou publique, française ou étrangère.

Il importe d'appeler l'attention sur deux notices qui sont d'excellentes mises au point : la première, par M. Fichot « Sur l'influence de la rotation de la Terre sur la physionomie des marées »; la seconde par M. G. Ferrié « Sur les Tubes à émissions électroniques et leurs applications à l'Astronomie ». R. D.

Notions fondamentales de Chimie organique, par Charles Moureu, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France; huitième édition, in-8°, 553 pages, chez Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins. — Prix : 35 fr.

Les récents progrès de la Science ont amené l'auteur, dans cette nouvelle édition, à compléter ou à refondre certaines parties, notamment celles qui concernent la catalyse, les hydrocarbures acétyléniques, les terpènes, les sucres glucosides, les diazoïques, les composés organométalliques. On y trouve, mentionnées en outre, différentes réactions qui ont acquis, dans ces derniers temps, une grande importance : synthèses industrielles de l'alcool méthylique, de l'acide acétique, etc. S. R.

Iconographie des Champignons supérieurs, par G. Juillard-Hartmann, Membre fondateur de la Société Mycologique de France. 5 volumes sous forme d'atlas cartonnés in-8°, renfermant 250 planches représentant 2.513 espèces en couleurs avec texte explicatif. Chez l'auteur : 27, rue de la Louvière, à Épinal (Vosges). — Prix : 150 fr.

Comme il n'existait pas d'iconographie complète des Champignons, M. Juillard-Hartmann a eu l'heureuse idée de rassembler, dans le remarquable ouvrage que nous avons le plaisir de présenter aux lecteurs de la *Revue Scientifique*, les figures de toutes les espèces de Champignons supérieurs dessinées et peintes jusqu'en 1919. Beaucoup de variétés n'étant pas admises par les spécialistes, ou présentant des différences peu importantes, il les a laissées de côté et s'est contenté de citer les principales d'entre elles dans les explications des planches.

Certains champignons ayant été figurés par plus de vingt auteurs différents il était assez embarrassant de choisir parmi les planches à reproduire. M. Juillard-Hartmann a très heureusement tourné cette difficulté en donnant la préférence aux figures des auteurs qui les premiers ont décrit les diverses espèces. Ces planches *princeps* étant parfois franchement mauvaises elles ont été remplacées par des figures de bons auteurs modernes.

Pour que le prix de l'ouvrage soit abordable, malgré les circonstances actuelles, la plupart des champignons ont été représentés en demi-grandeur, ce qui est très suffisant pour rendre l'aspect caractéristique de l'espèce; toutefois la vraie grandeur a été conservée pour quelques planches ne figurant que de petits champignons.

De plus il importe de signaler que l'auteur, pour chaque espèce, a pris soin de reproduire les spores, avec leur coloration, en les ramenant toutes au grossissement de mille diamètres de manière à rendre les comparaisons plus faciles.

Il est très regrettable, d'ailleurs, que certains auteurs négligent encore les précieux éléments de diagnose que sont la forme, la couleur ou les dimensions des spores, et n'imitent point M. Juillard-Hartmann.

On ne saurait trop féliciter cet excellent spécialiste d'avoir pris l'initiative d'une publication aussi utile. Jusqu'ici il fallait chercher, dans les nombreux ouvrages où elles sont disséminées, les planches en couleurs représentant les champignons; beaucoup de ces traités étant épuisés ou d'un prix fort élevé, les mycologues se trouvaient bien souvent dans l'obligation d'avoir recours à certaines bibliothèques publiques ou privées. Fort heureusement il n'en sera plus de même et l'Iconographie, complétée par une bonne flore, suffira au plus grand nombre des personnes qui s'intéressent aux champignons. Comme guide pour les déterminations M. Juillard-Hartmann recommande la *Flore des Champignons supérieurs*, en deux volumes, de Bigeard et Guillemin, publiée de 1909 à 1913. Malheureusement celle-ci est déjà épuisée, mais il faut espérer qu'elle sera rééditée ou qu'un mycologue nous dotera d'une monographie complètement dépourvue de figures, afin de diminuer le prix du tirage, d'un livre analogue, par exemple, à celui qu'a publié récemment M. Carleton Rea pour les Basidiomycètes d'Angleterre.

Les botanistes ne seront pas seuls à savoir gré à M. Juillard-Hartmann de leur avoir donné, si à propos, la belle Iconographie qui leur manquait; il mérite également la gratitude des hygiénistes qui s'emploient activement, avec la *Société française de mycologie*, à répandre dans le public les notions susceptibles de faire diminuer le nombre des morts et des simples intoxications causées, chaque année, par les champignons.

Dr A. Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

East african Mammals in the United States National Museum, par N. Hollister. Smithsonian Institution. T. III, Bull. 99. In-8° de 164 pages avec 57 planches. Government printing office. Washington.

Le présent ouvrage traite des Primates, Artiodactyles, Périssodactyles, Proboscidiens et Hyracoïdes du Soudan égyptien, de l'Abyssinie, de la Somalie, de l'Ouganda, du Kenya et du Tanganyka; il énumère 177 espèces ou sous-espèces et figure les crânes de 58 d'entre elles. C'est un précieux répertoire géographique, où sont exposées d'intéressantes remarques morphologiques et éthologiques sur un certain nombre de types : on peut regretter l'introduction dans la nomenclature des noms de genres ci-après, substitués à des mots d'usage courant : *Lasiopyga* pour *Cercopithecus*, *Pan* pour *Troglodytes*, *Koiropotamus* pour *Potamochœrus*, *Syncerus* pour *Bubalus*, *Rhynchotragus* pour *Madoqua*, *Taurotragus* pour *Oreas*. L. Joleaud.

Erratum relatif à l'article de M. Trillat.

Page 100, 2e colonne, 2e et 3e lignes après ** *au lieu de* : une série de corps organiques non cristallisés, *lire seulement* : une série de corps organiques.

Page 106, 1re colonne, 9e à 24e ligne : Au sujet de la théorie de Piper, il est à noter qu'il ne s'agit que des oléates Na, K ou Am; les acides gras ne prennent pas la structure smectique; ils sont simplement microcristallins.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XVe)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

Nº 6 — 67e ANNÉE — 28 MARS 1925

L'INSTINCT MATERNEL CHEZ LES ARAIGNÉES

Les Araignées ont une vie psychique très développée, et riche en manifestations variées. Les formes diverses que revêt chez elles l'instinct maternel en constituent un des chapitres les plus captivants. Tandis que bien des animaux abandonnent leur progéniture au hasard, les Araignées leur prodiguent des soins attentifs, qui commencent à l'œuf et continuent parfois fort avant dans la vie des jeunes.

Il est fréquent que des Animaux, et en particulier des Articulés, déposent leurs œufs dans un lieu, choisi ou quelconque, et se désintéressent ensuite de leur sort ultérieur, sans même leur assurer une protection particulière. Le cas le plus simple est celui d'œufs abandonnés à même le sol : les Phasmes, par exemple, éjectent leurs œufs au hasard, et ceux-ci restent livrés à eux-mêmes. Plus fréquemment, les œufs sont collés à un corps quelconque, feuille, écorce, etc..., qui joue dans une certaine mesure un rôle protecteur, ou mieux encore enfouis dans le sol. Il est vrai que souvent l'œuf est protégé par une enveloppe spéciale, de consistance plus ou moins dure, et de forme très variée, la coque. Mais celle-ci n'est due qu'à l'activité de glandes spéciales, et la mère joue un rôle entièrement passif dans son exécution.

Chez toutes les Araignées, au contraire, et sans aucune exception, la mère protège ses œufs par une enveloppe qu'elle construit elle-même. C'est ce qu'on appelle le cocon, par assimilation au cocon de certains Insectes, terme quelque peu défectueux, car il n'y a guère de commun entre les deux que la substance dont ils sont composés, la soie. Tandis que chez les Insectes, le cocon est filé par une larve, et n'en contient qu'une seule, le cocon des Araignées est fait par la mère, et contient des œufs en nombre variable, mais toujours assez élevé. C'est donc un cocon ovigère, qui trouve son terme de comparaison dans l'oothèque de certains Orthoptères, par exemple.

Fig. 100. — Cocon de *Meta Menardi*. Ce cocon sphérique avec le sommet effilé est suspendu par un pédoncule à la paroi des caves, souterrains, grottes où vit l'Araignée.

Pour faire son cocon, en général, l'Araignée commence par en filer la moitié, puis elle se place au-dessus et y pond une masse d'œufs qui se fécondent en passant devant une poche spéciale où les spermatozoïdes sont contenus parfois depuis plusieurs mois. Après quoi, elle achève son cocon, lui donne sa forme définitive et, s'il y a lieu, file

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

autour une enveloppe protectrice externe, plus serrée que la couche interne, et qui met le tout généralement à l'abri des intempéries.

La forme de ces cocons est des plus variées : sans être rigoureusement spécifique, on y reconnaît assez souvent le genre de l'Araignée. Les plus communs sont simplement sphériques ; mais il en est aussi d'hémisphériques, d'autres ont la forme d'un fuseau, ou d'un disque, ou bien ont des contours géométriques. Certains sont très compliqués, tels que celui de notre *Argiope Bruennichi* qui a une double enveloppe, l'interne sphérique, l'externe en forme de montgolfière ornée de bandes de couleurs variées. Une Araignée commune dans nos pays, l'*Agraeca brunnea*, fait d'abord un cocon en fils de soie bien blanche, attachée par un fin pédoncule aux branches d'une bruyère ou d'un buisson bas ; puis elle va chercher la terre avec ses mandibules, et en recouvre son cocon. Au premier printemps on trouve souvent en abondance, dans nos bois, ces petites boules de terre qui sont l'œuvre de l'*Agraeca*.

Le nombre d'œufs que renferme le cocon est variable ; en général il est d'au moins une vingtaine ; cependant le *Telema tenella*, minuscule Araignée cavernicole, fait des cocons d'un seul œuf ; celui de l'*Hyptiotes paradoxa* ne renferme guère que 7 à 8 œufs alignés comme les pois dans une gousse ; le nombre de 25 à 50 est une bonne moyenne, mais il peut s'élever à près de 1.000 chez les *Araneus* (Epeires).

Le cocon que l'Araignée a filé avec tant de soin donne contre les intempéries une protection efficace : à son abri les œufs peuvent, assez souvent, se développer et les jeunes passer leur âge de nouveau-nés dans une certaine sécurité. Assez souvent, mais pas toujours ! Une des lois fondamentales qui régit la nature veut que les êtres s'entredévorent et qu'une bonne partie des animaux ne puissent subsister qu'aux dépens des autres. Les Araignées n'y échappent pas, et toute une série d'Insectes, Diptères ou Hyménoptères, sont leurs ennemis implacables qui savent très bien perforer les cocons les mieux confectionnés, et y déposer leurs propres œufs ; les larves qui en naissent se nourriront des œufs de l'Araignée. Très fréquemment, du cocon qu'on a recueilli on voit sortir une Mouche ou un Ichneumonide. Ce sont les parasites des œufs ; d'autres s'attaquent aux Araignées adultes, elles-mêmes, d'ailleurs, prédatrices d'autres Insectes !

Nous venons de voir le premier stade de la sollicitude maternelle de l'Araignée, que beaucoup d'espèces ne dépassent pas. Ce sont celles, très nombreuses, qui déposent leur cocon sous une pierre, dans le trou d'un mur, sous une écorce, etc... la mère périssant d'ailleurs peu de temps après

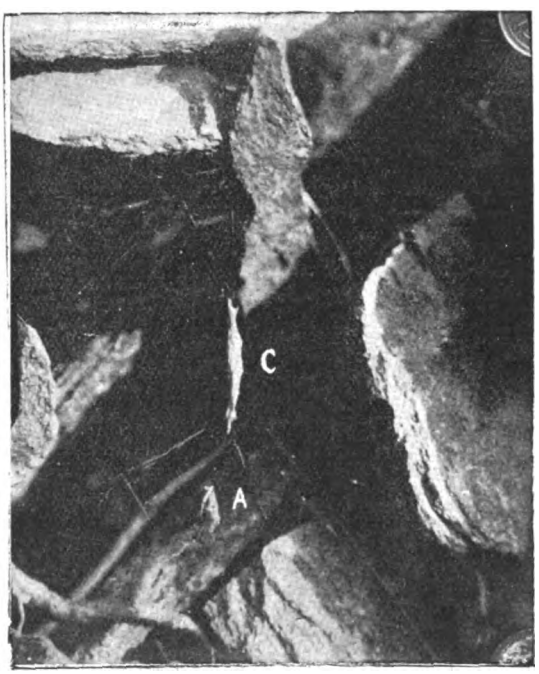


Fig. 101. — *Uloborus plumipes* (A) près de son cocon (C).

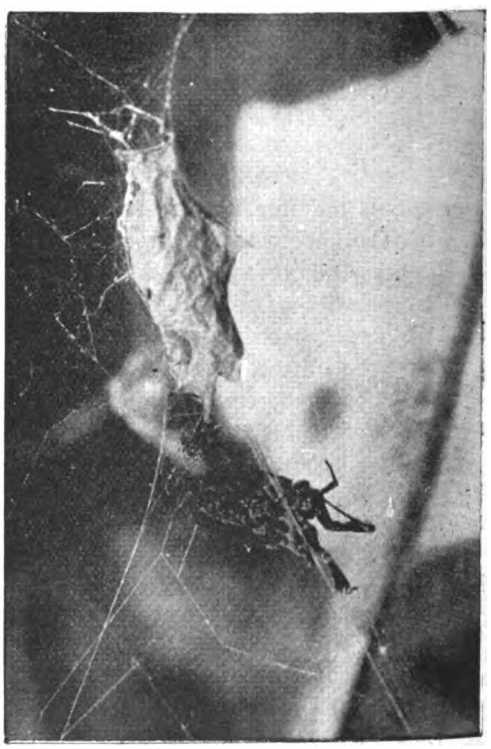


Fig. 102. — *Uloborus plumipes* et son cocon, vus à un plus fort grossissement

Digitized by Google

Mais il est des espèces qui continuent à donner des soins à leur cocon, et cela de manières diverses.

Le cas le plus simple est celui où la mère reste sur son cocon ; on le rencontre, par exemple, chez certaines Thomisides : il n'est pas très rare de trouver, sous quelque pierre, une femelle de *Xysticus* ou d'*Oxyptila* embrassant son cocon de ses pattes ; son abdomen tout plissé montre qu'elle ne se nourrit plus, et qu'elle n'a plus que peu de temps à vivre, mais cette légère prolongation de son existence lui aura permis d'exercer une sur-

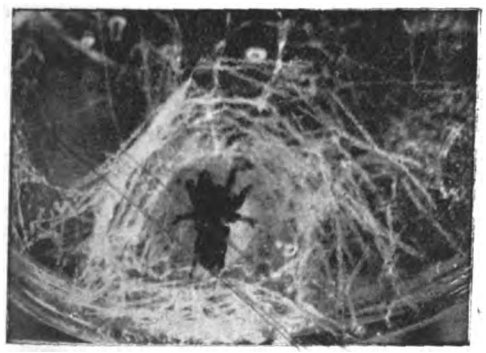


Fig. 103. — Femelle de *Zoropsis spinimanus* se tenant sur son cocon qu'elle surveille. On voit autour du cocon les fils en festons, spéciaux aux Araignées cribellates.

veillance utile. D'autres Araignées, et en particulier le *Zoropsis spinimanus* (Fig. 103) agissent de la même manière.

Encore plus remarquable est le cas de l'Araignée qui porte son cocon avec elle, ce qui s'opère de trois manières diverses : chez les *Scytodes*, petites Araignées qui hantent les maisons, mais qu'on trouve aussi sous les pierres, et chez les *Pholcus*, hôtes également de nos demeures, où on les voit pendues le corps en bas, sur des fils lâches où les accrochent des pattes démesurément longues, la femelle tient son cocon dans ses chélicères, et ne le quitte jamais ; c'est dire que pendant tout ce temps elle se condamne à un jeûne absolu. On trouve la même habitude chez une Araignée errante, la *Pisaura mirabilis*, fort commune dans les herbes : au début de l'été, parfois un peu plus tard, on la voit courir, son cocon entre les chélicères.

Certaines Araignées, telles que les Sparassides des pays chauds, portent leur cocon sous leur corps, retenu par quelques fils, et aussi par les chélicères.

Enfin, une famille tout entière, nombreuse en espèces, mais encore plus en individus, car ses représentants pullulent partout, traîne ses cocons après elle, fixés à ses filières. Tout le monde a vu, au printemps, les petites Pardoses de nos bois ou de nos prés courir allègrement avec une boule colorée en vert sombre à l'extrémité du corps. Le spectacle est encore plus saisissant avec les grosses Lycoses du bassin de la Méditerranée, la *Lycosa radiata* par exemple, qui traîne son gros cocon blanc à l'automne. C'est un cas remarquable d'uniformité de l'instinct dans toute une famille, qui, sous d'autres rapports, présente des variations étendues d'instinct, puisque la *Lycosa radiata* est errante, tandis que sa très proche parente, la Lycose de Narbonne, vit sédentaire dans un terrier.

Nous trouvons un cas assez différent de la protection du cocon, chez les Araignées qui ne le portent plus, mais l'enferment avec elles. Les Araignées terricoles ont leur cocon dans leur terrier. D'autres construisent une coque spéciale où elles s'enferment avec leur progéniture. On voit en été, dans les prairies, des tiges de Graminées dont certaines sont courbées et retenues dans cette position par des fils de soie (Fig. 104). Au milieu, se trouve une boule blanche, opaque : c'est la demeure des *Chiracanthium*, à laquelle il vaut mieux ne toucher qu'avec circonspection, car l'Araignée est fort agressive et a un venin très actif. Pendant une certaine époque, le mâle et la femelle y vivent en commun, puis, quand le mâle a disparu et que la femelle va pondre, elle clôt sa coque d'habitation et s'y enferme avec le cocon

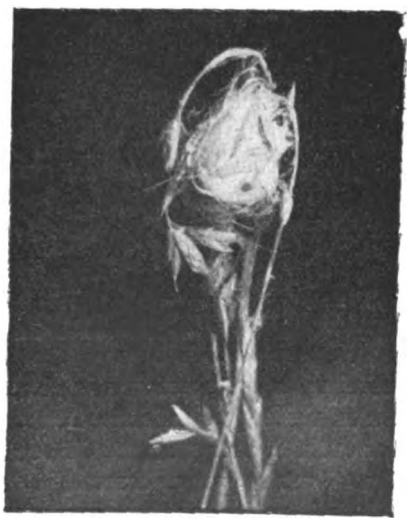


Fig. 104. — Coque de *Cheiracanthium* perchée au sommet d'une Graminée où la mère s'enferme avec son cocon.

qu'elle y dépose. Ses petits, au nombre d'une centaine environ, y éclosent, et y demeurent pendant quelque temps enfermés avec leur mère ; celle-ci, épuisée par la ponte et par le jeûne, est devenue d'une grande maigreur ; elle garde cependant quelques forces pour pouvoir au moment voulu pratiquer une ouverture dans la coque afin de per-

Digitized by Google

mettre à ses petits, qui n'ont plus besoin d'elle, de s'évader et de commencer une vie indépendante.

Un fait très analogue se rencontre chez certaines Araignées du genre *Drassodes*, et en particulier du groupe de *D. lapidosus*. Mais comme elles vivent sous les pierres, c'est là qu'on trouve la coque où mère et petits cohabitent pendant quelque temps.

Nous avons donc vu les soins donnés à la progéniture s'élever graduellement. Un certain nombre d'espèces présentent un état plus avancé encore puisque la mère soigne ses petits, si l'on peut dire, longtemps après l'éclosion.

Les Araignées qui vivent dans un terrier y déposent leur cocon, comme nous l'avons dit plus haut. Examinons, par exemple, ce qui se passe chez l'une d'entre elles, l'*Atypus piceus*. C'est la seule « Mygale » que l'on trouve dans la région parisienne, et même plus au nord, puisqu'on la rencontre en Angleterre. Assez commune dans les terrains sablonneux, elle y creuse un terrier vertical d'environ 20 centimètres, prolongé au dehors par un tube de soie moitié moins long, fermé au bout, et accroché aux basses branches des buissons. Si l'on examine ces terriers au printemps ou au début de l'été, on y trouve parfois la femelle accompagnée d'un grand nombre de petits, déjà bien développés, mesurant environ 6 millimètres de longueur. Cette cohabitation a duré plusieurs mois. Un beau matin, tous les petits, pris d'un soudain désir d'indépendance, montent, sortent en déchirant le tube aérien, et se dispersent. Quant à la femelle, elle continue son existence, car elle vit plusieurs années, contrairement à celles que nous avons vues jusqu'alors et qui ne survivent pas à la ponte, ou de très peu seulement.

Les *Nemesia* sont les « Mygales maçonnes » bien connues, et qui ne se trouvent guère que dans le bassin de la Méditerranée. Elles présentent le même phénomène que l'*Atypus*, mais avec une modalité assez curieuse. On trouve bien les petits avec la mère, mais en nombre variable, et quelquefois il n'en reste plus qu'un seul, qui est d'ailleurs de forte taille, presque la moitié en longueur de sa mère. Tout se passe comme si les jeunes s'étaient éliminés petit à petit, et que la mère n'eût gardé avec elle que le préféré de ses enfants. Mais étant donné la férocité des Araignées, on peut bien craindre aussi que beaucoup de ceux qui manquent à l'appel aient servi de pâture au survivant !

Nous passons maintenant aux Lycoses, qui traînaient soigneusement leur cocon attaché aux filières. Un peu plus tard, cette boule blanche ou de couleur sombre a disparu, et ces Araignées ont un curieux aspect, avec leur abdomen difforme et recouvert, semble-t-il, d'un feutrage grisâtre. Si l'on examine d'un peu plus près, on s'aperçoit que ce sont de petites Araignées qui donnent cet aspect : lorsque les jeunes sont sortis de leur cocon, ils sont montés sur le dos de leur mère qui les promène partout avec elle. A ce moment, il y a une attirance réciproque qui fait que la mère éprouve le besoin de sentir ses petits sur son dos, tandis que ceux-ci ressentent un besoin non moins impérieux d'être accrochés au corps d'une Araignée adulte. Il n'y a d'ailleurs aucun sentiment de parenté des uns aux autres. Fabre a fait là-dessus quelques expériences qui le démontrent bien. Les jeunes Lycoses qu'on déloge du dos de leur mère y remontent précipitamment, mais remontent aussi bien sur le dos d'une autre Araignée ; d'autre part si l'une des mères porteuses est dévorée par une autre, les petits vont se placer sans aucun scrupule sur le dos de la survivante, celle-ci acceptant sans difficultés cette surcharge. On peut ainsi faire admettre à une Lycose la charge de deux, trois et plusieurs mères, les petits arrivant alors à lui couvrir tout le corps. La Lycose de Narbonne, quoique non errante, obéit aux lois de sa famille et, dans le fond de son terrier, porte sa progéniture sur son abdomen, ce qui doit être fort gênant pour tous.

Il est à noter que ce sens centripète d'agglomération si remarquable chez les jeunes Lycosides fait place au bout d'un certain temps à un sens centrifuge tout à fait opposé. Les jeunes Araignées mettent alors autant d'empressement à se séparer qu'elles en avaient mis à se réunir. Ce changement est en général très brusque ; chacun s'en va de son côté et la mère se retrouve toute seule, sans avoir aucunement cherché à maintenir les petits. C'est en somme l'analogue de ce qui se rencontre chez beaucoup d'Araignées dont les jeunes, après être restés un certain temps ensemble dans le cocon, éprouvent subitement le besoin de se séparer. Cette évasion des jeunes fait suite généralement à une mue qui marque en quelque sorte la fin du stade infantile et correspond à un renversement d'un tropisme.

J'ai placé au plus haut degré de cette série le cas de la *Pisaura mirabilis*, que nous allons examiner maintenant, et qui présente l'exemple le plus merveilleux que l'on puisse imaginer de sollicitude d'une femelle d'animal inférieur pour ses petits.

Nous avons vu plus haut cette Araignée — extrêmement commune chez nous, je le répète — traînant son cocon dans ses chélicères au mois de juin ou un peu plus tard, suivant la saison ou la latitude. Lorsque la mère sent — par quel moyen, on l'ignore, — que ses petits vont éclore, elle cesse sa vie errante, monte dans un buisson et, à environ

Digitized by Google

50 centimètres du sol, y fixe son cocon ; puis elle tisse autour de celui-ci un réseau de fils de soie, qui forme une sphère concentrique au cocon, mais beaucoup moins serrée que le tissu de ce dernier. Lorsque les petits percent le cocon et en sortent, au lieu de se trouver livrés sans défense à l'air libre, ils sont dans une seconde enveloppe de plus grande dimension, où ils se répandent, jouissant ainsi d'une demi-liberté tout en étant suffisamment protégés. Leur mère attentive ne les a pas quittés, d'ailleurs ; elle se tient à la périphérie de la sphère de soie, car elle sait bien que si les petits étaient livrés à eux-mêmes, ils s'évaderaient et se trouveraient exposés aux dangers du monde extérieur. Aussi au fur et à mesure que les petits prennent des forces et tentent de s'échapper, elle augmente par des couches successives de soie le volume de la sphère protectrice qui arrive à atteindre la grosseur d'une forte orange. La mère continue cette surveillance jusqu'à ce qu'elle disparaisse, arrivée au terme de son existence et épuisée par le jeûne, car elle ne se nourrit pas pendant tout ce temps, et peut-être même depuis le moment où elle a commencé à porter son cocon.

Les auteurs de langue anglaise ont donné à cette toile remarquable le nom suggestif de « nursery-web » qu'on peut exactement traduire par les mots français de « toile-nourricerie ». C'est bien en effet une nursery, où les jeunes sont gardés soigneusement à l'abri des dangers du dehors (Fig. 105).

Cet instinct merveilleux dans ses manifestations si diverses, est souvent entaché d'erreurs, et celles-ci peuvent être instructives en permettant de mieux pénétrer dans le mécanisme du phénomène. Fabre, après M. et Mme Peckam, en a montré un cas expérimental fort curieux chez les Lycoses : substituant au cocon qu'elles traînent une sphère de liège de même volume et de même poids, il a constaté qu'elles acceptaient ce changement avec la plus grande indifférence, et que le besoin impérieux qu'elles avaient était simplement celui de traîner un corps quelconque, qu'il y ait à l'intérieur ou non des œufs. Je me demande cependant si Fabre avait poussé assez loin l'observation? J'ai renouvelé son expérience avec des *Pardosa* : leur enlevant leurs cocons, je leur ai offert de simples boules de papier; elles se sont précipitées sur ces boules, les ont d'abord prises entre leurs pattes, puis à leurs filières et les ont traînées avec elles ; mais au bout de quelque temps elles les ont abandonnées, et ne les ont plus reprises. Mon simulacre était-il trop imparfait? Cependant elles s'y étaient bien laissé tromper au début, et il semble que ce soit un certain discernement qui les ait amenées à les rejeter ensuite.

Tout récemment j'ai pu constater un cas fort curieux aussi d'erreur de l'instinct grâce à l'amabilité du Dr Millot, qui m'a apporté une *Pisaura mirabilis*, trouvée portant son cocon. Or dans celui-ci se trouvait une larve d'Hyménoptère parasite,

Fig. 105. — Toile-nursery de *Pisaura mirabilis*. Le point blanc du milieu représente le cocon, et l'enveloppe plus large la toile de protection où les petits se répandent. L'Araignée se voit en P ; normalement elle se tient près de sa toile, mais ici, effrayée, elle s'en est éloignée.

probablement d'Ichneumonide, qui avait dévoré les œufs, et que la mère portait avec sérénité, sans se douter de la fâcheuse substitution.

On voit assez fréquemment aussi des femelles préparer des cocons avec tous les soins d'usage, et y déposer des œufs stériles, soit qu'elles n'aient pas été fécondées, soit pour toute autre raison. C'est du travail inutile, puisqu'elles pourraient simplement se débarrasser de ces œufs ; mais peu importe : le besoin de pondre entraîne nécessairement la préparation d'un cocon, et l'Araignée ne saurait se soustraire à cet enchaînement d'actes.

Les Araignées sont, à vrai dire, le groupe d'Arachnides le mieux doué en ce qui concerne le développement psychique. Cependant d'autres Arachnides présentent aussi des manifestations d'instinct maternel fort curieuses.

Les Scorpions sont vivipares : la mère met au monde des petits complètement développés, ayant l'aspect de l'adulte à la taille près, et qui n'ont qu'à se débarrasser de l'enveloppe qui les emprisonne pour acquérir immédiatement toute leur

Digitized by Google

activité. Mais ils ne se dispersent pas : aussitôt nés, ils grimpent sur le dos de leur mère, qui les porte exactement comme le fait la Lycose ; les jeunes Scorpions, dont le nombre ne dépasse guère douze ou quinze, restent ainsi pendant deux ou trois semaines ; à ce moment ils font une mue, quittent leur mère et s'en vont chacun de son côté.

Les Phrynes, ces curieux Arachnides Pédipalpes, à corps plat et à pattes longues, connus seulement dans les pays chauds, placent leurs œufs dans une grande poche parcheminée qui est collée sous leur ventre.

Les Chélifères, appelés encore Pseudoscorpionides ou Pinces, parce que leurs pattes-mâchoires ont l'aspect des pinces des Scorpions, sont encore plus curieux. Les œufs sont collés au ventre de la mère ; les petits éclosent dans un état très imparfait et assez différent de l'état adulte. Ces véritables larves restent auprès de leur mère, qui les nourrit par une sécrétion que les petits tètent, si l'on peut dire, à des glandes spéciales ; c'est un véritable allaitement, comparable à celui des Mammifères !

Partant du cocon, commun à toutes les Araignées, nous avons vu l'instinct maternel s'élever progressivement, passer d'abord aux soins donnés au cocon, puis aux jeunes, pour finir par la toile nourricerie du *Pisaura mirabilis* qui est, je crois, le point le plus élevé de la série.

Dans bien d'autres branches de leur activité psychique, les Arachnides, et plus particulièrement les Araignées, nous montreraient des phénomènes analogues. Pour qui prend la peine de l'étudier, ce groupe ne le cède en rien aux Animaux les mieux doués dans ce sens.

Lucien BERLAND,
Assistant au Muséum national d'Histoire naturelle

L'ÉVOLUTION DE L'OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

La division du travail en médecine est devenue aujourd'hui de plus en plus nécessaire par suite de la complexité sans cesse croissante des connaissances médicales. Ainsi sont nées les spécialités dont l'une des plus récentes et non des moins importantes est l'oto-rhino-laryngologie : l'O. R. L. qui étudie les maladies de l'oreille, du nez et du larynx.

Pour connaître une maladie et pour arriver à la guérir, on commence par observer les symptômes puis on étudie les lésions correspondant à ces symptômes, puis on recherche la cause de ces lésions (pathogénie) et enfin on institue le traitement, la thérapeutique.

Les yeux sont le sens scientifique par excellence. En O. R. L. on les munit d'appareils d'optique afin qu'ils puissent observer des symptômes et des lésions anatomiques cachés et profondément

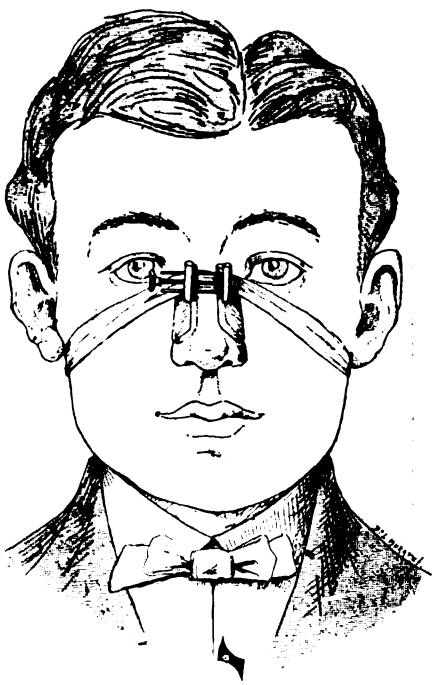


FIG. 106. — Amincissement du nez. Appareil de contention applicable après l'opération.

dissimulés dans les organes. Le miroir laryngien fut mis en usage en France par Fauvel, en 1860. Sans ce miroir, il est impossible de voir le larynx et les cordes vocales. C'est à cette absence de miroir et de laryngoscopie qu'il faut attribuer les erreurs qui persistèrent jusqu'au milieu du XIXe siècle au sujet des maladies du larynx. Croup et faux-croup étaient confondus. La laryngite diphtérique était considérée comme une affection distincte de l'angine diphtérique qui était dite angine maligne : c'était la vogue de la théorie dualiste. Napoléon institua un concours célèbre sur cette question à propos de la mort du fils de son frère Louis. Tous les concurrents, les maîtres de l'époque, conclurent dans le sens de la doctrine dualiste. C'était une erreur, erreur qui fut relevée plus tard par Bretonneau et par Trousseau qui établirent la doctrine uniciste, c'est-à-dire l'identité de l'angine et de la laryngite diphtériques.

A partir de 1860, l'examen par le miroir laryngien donne sur les lésions locales des données précises : modification de formes, de couleur,

Digitized by Google

pertes de substance, fausses membranes, néoplasmes, polypes, etc.

A la vue s'ajoute l'interprétation des lésions. Voici par exemple un symptôme couramment observé : l'enrouement. Un malade se plaint d'un

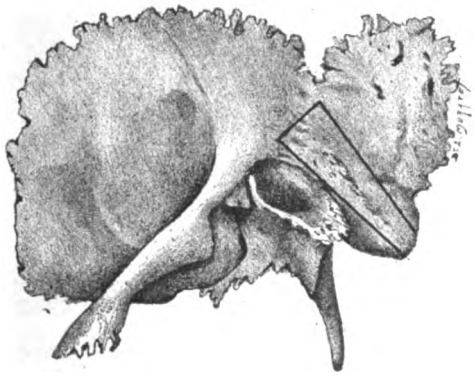


Fig. 107. — Trépanation de la mastoïde
(Le territoire à réséquer est indiqué au trait)

simple enrouement. Avec la laryngoscopie on constate une paralysie de la corde vocale gauche (adduction). On songe de suite à une lésion du nerf récurrent sur son trajet. Ce nerf qui, de la cavité thoracique, du médiastin, revient sur le larynx, peut être comprimé dans son trajet soit par un anévrysme de l'aorte, soit par une tumeur, soit par une adénopathie simple. La physiologie permet cette déduction qui pourra être ultérieurement vérifiée par la radiographie. L'enrouement peut être aussi causé par l'œdème des cordes vocales et être le premier signe d'une albuminerie. On aura recours au laboratoire qui confirme ce diagnostic par une analyse.

Aujourd'hui à l'examen au miroir laryngien s'ajoute l'examen avec des appareils à laryngoscopie directe, à trachéobronchoscopie, à œsophagoscopie, appareils munis d'éclairage électrique intense. Le rhino-pharyngoscope, analogue au cystoscope, permet de porter la lumière directement dans l'arrière cavité des fosses nasales : on peut voir ainsi sous grossissement l'orifice de la trompe d'Eustache.

L'examen du nez permet de déceler l'épaississement et la déviation de la cloison, l'hypertrophie des cornets, les polypes, les néoplasmes, etc. Habituellement ces lésions ne se traduisent par aucun symptôme local occasionnant de la douleur ou même de la gêne. Les malades les ignorent. Ils éprouvent des complications à distance de leur maladie nasale et sont loin de se douter de l'origine de leur mal. Il ne faut pas moins que la sagacité du médecin pour soupçonner la véritable nature de leur affection. On sait que certaines déformations de la colonne vertébrale et du thorax, quelques affections des voies digestives, un grand nombre de bronchites et de laryngites à répétition, d'affections auriculaires, des névralgies et des migraines sont parfois engendrées par une maladie nasale,

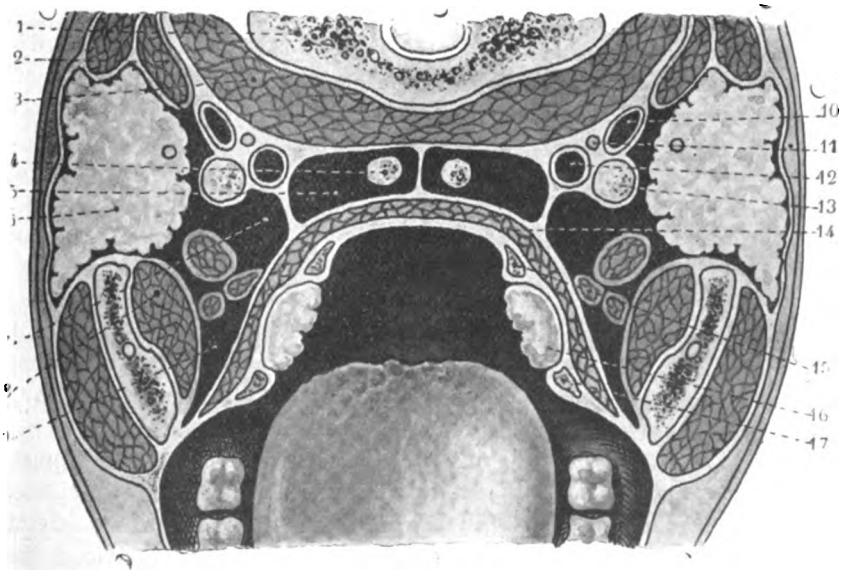


Fig. 108. — Coupe d'anatomie destinée à montrer les rapports du Pharinx.

nasopharyngienne ou sinusienne et qu'il suffit de guérir la lésion primitive pour voir disparaître la complication qui en était la conséquence.

L'insuffisance nasale, l'obstruction nasale sont une cause de toux à répétition, peuvent retentir

Digitized by Google

sur l'état général, s'accompagner d'anémie, d'asthénie, d'amaigrissement, de troubles dyspeptiques, ensemble de signes qu'on a qualifiés de « syndrome de pseudo-tuberculose pulmonaire » tellement ils présentent une analogie frappante avec la tuberculose au début. Il appartient au spécialiste en O. R. L. de dépister cette « pseudo-tuberculose » qui, elle, est parfaitement curable par un traitement intra-nasal ou rhino-pharyngé. Le traitement consistera à rétablir la perméabilité nasale, à pratiquer parfois l'exérèse chirurgicale des divers obstacles qui s'opposent à la fonction respiratoire des fosses nasales.

Il ne suffit pas de voir une lésion, il faut en connaître la cause, il faut en faire la pathogénie. C'est aux découvertes de Pasteur que la médecine doit la notion scientifique de pathogénie. Avant ces découvertes, Magendie pouvait dire : « La Médecine est une science entièrement à faire. » Pasteur, ancien normalien et chimiste de profession, s'intéressa à la question des fermentations lactiques et alcooliques, à la maladie des vers à soie, aux maladies du vin et à la fermentation acétique. Démontrant l'erreur de la génération spontanée, il établit scientifiquement que ce sont les poussières de l'air, chargées de germes bactériens, de microbes, qui produisent l'infection et la maladie. C'était en 1860. A cette date qui marque la plus grande révolution dans la science, Pasteur créait « la pathogénie » qui définit la cause de la maladie.

En O. R. L. pour connaître la cause, la pathogénie de la maladie, il est toujours possible de faire un prélèvement même dans la profondeur des cavités. Ce prélèvement est soumis à l'examen du bactériologiste dont le rôle est d'abord d'éclairer

Fig. 109. — Image de l'arrière-nez (eavum) normal, chez l'enfant.

le clinicien sur la nature du mal et puis quelquefois de collaborer au traitement. C'est à lui, en effet, qu'il incombera de fabriquer des antovaccins avec les microbes trouvés dans le prélèvement. La vaccinothérapie, soit par autovaccins, soit par vaccins, est souvent appliquée en O. R. L., en particulier dans la furonculose du nez et de l'oreille, les otorrhées chroniques d'origine tubaire, certaines sinusites et rhinites ozénateuses, le phlegmon de l'amygdale.

La chirurgie tient la première place en oto-rhino-laryngologie, et c'est à elle que sont dus ses progrès les plus importants.

On sait que la chirurgie moderne date de 1860. Lister lui appliquant les découvertes de Pasteur créa la méthode antiseptique. Vers la même époque, l'anesthésie générale entra dans la pratique chirurgicale. En 1860, le grand chimiste anglais, Sir Humphry Davy, avait découvert le Protoxyde

Fig. 110. — Végétations adenoïdes voilant la moitié supérieure de l'ouverture postérieures des fosses nasales.

d'azote. Vers 1840, Jakson, chimiste américain, prouva les propriétés anesthésiques de l'éther. En 1831, Soubeyran, chimiste français, fabriqua à l'état de pureté le chloroforme qui fut essayé pour la première fois avec succès par Flourens dans son laboratoire. Quelques années plus tard, Pean découvrait la pince hémostatique, et la chirurgie, dotée de l'antiseptie, de l'anesthésie et de l'hémostase, pouvait dès lors prendre un essor prodigieux dans la voie du progrès.

Les chirurgiens spécialistes en oto-rhino-laryngologie ne tardèrent pas à mettre à profit ces découvertes, car malgré sa spécialisation, la chirurgie reste toujours « une » par ses principes et ses notions fondamentales.

Depuis 1890, l'oto-rhino-laryngologie est entrée dans une phase interventionniste qui chaque jour se développe avec une grande ampleur et les otologistes combattent avec audace et bonheur sinusites, abcès, dure-mériens, abcès du cerveau et du cervelet, tumeur du larynx, etc. Pendant la guerre, les opérations plastiques, rhinoplastie, otoplastie, ont été pratiquées par eux sur un grand nombre de blessés de la face.

L'otologie est devenue presque exclusivement chirurgicale dans le traitement des malformations de l'oreille, des otites, des mastoïdites, des polypes, de l'ostéite, des cicatrices vicieuses de l'oreille moyenne, d'exostoses du conduit, lésions qui fréquemment entraînent la perte de l'ouie. Cette surdité est souvent curable.

La surdité peut dans bien des cas guérir avec les méthodes actuelles. Ses causes, son étiologie sont mieux connues et font l'objet d'importantes recherches. Elle est souvent évitable et il existe

Digitized by Google

des moyens préventifs pour s'en préserver. Ainsi, pour citer un exemple courant, l'ablation de végétations adenoïdes, obstruant l'orifice de la trompe, rend l'audition normale à une ouie qui commençait à baisser.

En oto-rhino-laryngologie, comme en chirurgie, on a souvent recours à la radiothérapie : Rœntgenthérapie qui utilise les rayons X et Curiethérapie qui emploie le rayonnement émis spontanément par la désintégration des corps dits radioactifs et dont le plus utilisé est le Radium.

Fig. 111. — Végétations adenoïdes remplissant le cavum et voilant complètement les fosses nasales.

Comme tous les agents physiques, les radiations sont modificatrices des cellules vivantes. Les radiations ont une action élective sur certaines cellules et sur certains tissus, de telle façon qu'au sein de la matière vivante irradiée, des éléments pourront être frappés de mort, tandis que d'autres auront conservé à peu près toute leur vitalité. Propriété intéressante que cette électivité, puisqu'elle est le fondement de la radiothérapie des cancers.

Des cancers inopérables furent soumis systématiquement à l'influence des Rayons X et certains guérirent par destruction de la partie malade, sans que les tissus sains environnants fussent modifiés. Ainsi fut acquise la notion de radio-sensibilité des tissus qui domine la radiothérapie. Un tissu qui est plus rapidement détruit qu'un autre par les radiations est dit plus radio-sensible. Par une loi des plus heureuses, la plupart des cellules cancéreuses sont parmi les plus radio-sensibles. La connaissance histologique d'une tumeur éclairera sur sa radio-sensibilité.

On emploie le radium soit pour modifier l'état général des maladies, soit pour exercer une action locale. Quand on veut agir sur l'état général, on fait des injections sous-cutanées ou intra-musculaires de sels de radium solubles ou insolubles. Lorsqu'on se propose d'exercer une action locale en une région déterminée, on n'emploie que le rayonnement du radium ou de son émanation. Ce rayonnement du radium est fourni par la désintégration spontanée de son émanation.

On pratique la Rœntgenthérapie profonde des tumeurs malignes avec un appareillage de grande puissance. Ce ne sont plus des instruments de laboratoire, mais de vraies installations industrielles que ces transformateurs qui donnent aux bornes des différences de potentiel de 150 à 200.000 volts et 40 centimètres d'étincelles au spintermètre ; car en matière de rayons X, il est préférable de s'abstenir que d'engager un traitement avec des moyens insuffisants ; en effet un traitement qui ne stérilise pas les cellules cancéreuses peut exciter leur prolifération.

Cette thérapeutique des radiations se développe de jour en jour et autorise les plus belles espérances. Quand on aura obtenu une classification des tumeurs on pourra sérier les cas justiciables de la chirurgie pure ou de l'acte opératoire associé à la Curie ou à la Rœntgenthérapie ou enfin de la radiothérapie seule. Dès maintenant, il est acquis qu'elle guérit certaines tumeurs malignes, comme les lymphocitomes et les lymphosarcomes qui n'ont pas encore essaimé. Il semble que le traitement de choix du cancer intrinsèque du larynx soit la radiothérapie profonde, traitement qui n'est point mutilant et dont l'efficacité semble de plus en plus se confirmer. Les rayons X ont donné à des doses considérables (100 à 120 h.) des regressions dans les formes spino-cellulaires très résistantes du cancer du larynx.

Fig. 112. — Végétations adenoïdes. (forme diffuse).

D'après cet aperçu sommaire et forcément incomplet des progrès de l'oto-rhino-laryngologie, on peut constater que si cette spécialité a rapidement évolué, c'est qu'elle a constamment mis à profit les découvertes des autres sciences. L'anatomie, la physiologie, la pathologie générale sont la base de la médecine et de la chirurgie spéciales. La biologie, l'histologie, la bactériologie sont indispensables à la chirurgie et à une thérapeutique par vaccinothérapie, sérothérapie, opothérapie. La physique, l'acoustique, la radiologie ont un rôle de premier plan ainsi que la chimie qui, aujourd'hui, comme du temps de Pasteur, évolue vers un incessant progrès. Par une « intercommunication » suivie entre les diverses sciences se développent

**

Digitized by Google

l'esprit scientifique, le sens critique, l'amour du fait précis expérimentalement démontré qui n'accepte que des découvertes dont une expérience indéfiniment renouvelée permet toujours de vérifier la solidité.

Dr J. IRIBARNE,
de Paris
(Membre de la Société française d'otho-rhino-laryngologie.

REVUE AGRONOMIQUE

LE VIGNOBLE BORDELAIS

Si la France se place, dans le monde, au premier rang des pays vinicoles, c'est qu'elle a la collection la plus complète et, dans chaque classe, les vins les plus parfaits qui soient : vins rouges corsés ou légers, charnus ou bouquetés ; vins blancs secs ou doux, vins mousseux, vins de liqueur, sont produits par notre sol en abondance et pour chacune de ces sortes de vins, les meilleurs sont, incontestablement, des vins français.

Le vignoble bordelais, gloire éclatante de notre production, occupe, par l'importance des surfaces consacrées à la vigne, par l'abondance de la récolte annuelle, par la variété et la qualité hors de pair de ses crus, par le raffinement des soins apportés à la culture et à la vinification, par le rôle considérable que joue le commerce des vins, une place privilégiée dans notre Viticulture. C'est par lui que nous commencerons l'étude des principales régions viticoles de France. C'est, d'ailleurs, le type le plus complet qui puisse être choisi : le vignoble de Bordeaux est celui qui donne à la fois la gamme la plus complète des vins rouges (Médoc, Graves, Saint-Émilion, Entre-Deux-Mers, Côtes et Palus) et des vins blancs (Sauternes, Barsac, Blayais, Bourgeais) ; on y fait même, par places, des vins mousseux appréciés.

La superficie du vignoble bordelais est considérable. : c'est, après le département de l'Hérault (184.403 hectares), le département de la Gironde qui est le plus important : ses 131.494 hectares sont, en effet, tous compris dans les limites du département dont Bordeaux est la ville capitale. La vigne occupe environ le huitième de la superficie du plus vaste département français. Elle y est répartie (fig. 114). le long de la Garonne, de la Dordogne et de la Gironde suivant un triangle dont la base N.-E. S.-O. passe par Bazas, La Réole et Sainte-Foy-la-Grande et dont le sommet avoisine la Pointe de Graves. A l'ouest de ce triangle et jusqu'à l'Océan s'étendent les landes et les étangs littoraux. La culture de la vigne s'affirme comme la culture la plus importante et la plus généralisée du département.

La carte (fig. 114) indique cette répartition dans le plan horizontal, depuis le bord même des fleuves et de leurs affluents jusqu'aux sables plantés de pins dont la limite est une ligne sensiblement parallèle au cours de la Garonne et de la Gironde, située à quinze kilomètres environ de la rive gauche de ces fleuves.

Dans le plan vertical, la vigne monte depuis le

FIG. 113. — Le port de Bordeaux.
Gabarres en chargement au bord de la Gironde.

niveau même des cours d'eau jusqu'au sommet des *croupes* qui donnent au Bordelais son aspect caractéristique, avec ses horizons onduleux, parfois si mollement indiqués que le nom de plateau semble mieux choisi pour la partie ouest, l'altitude maxima de ces collines étant de 160 mètres seulement. En fait, les collines s'élèvent de 80 mètres environ au-dessus de la plaine et les meilleures vignes sont à 50 mètres environ du pied de ces coteaux. La physionomie d'ensemble du vignoble girondin est donc plus voisine de celle du vignoble méridional que de celle des pays plus accidentés : Bourgogne, Champagne, Alsace, où la vigne n'occupe que les flancs des coteaux, les bois restant maîtres du sommet. On a ici l'impression du continu, les vignes végétant côte à côte sur un très grand nombre de kilomètres.

Très important si l'on considère les surfaces plantées en vignes, le vignoble girondin ne l'est pas moins si l'on envisage la quantité des vins produits : plus de 5 millions d'hectolitres en moyenne pour les quatre dernières campagnes, avec des extrêmes allant de 3 millions, 8 à 7 millions, 2. Second département français au point de vue de la surface de son vignoble, la Gironde est, suivant les années, classée le troisième ou le second, au point de vue du nombre d'hectolitres de vin produits. L'Aude lui dispute la seconde place et l'em-

Digitized by Google

porte le plus souvent (6 millions 3 en moyenne au lieu de 5,2). Mais, si les rendements moyens à l'hectare sont bien moindres (39 hectolitres 4 en Gironde contre 67,4 dans l'Hérault et 55,7 dans l'Aude) la qualité des vins et leur valeur commerciale placent la Gironde hors de pair.

le climat doit avoir une influence encore plus grande qu'ailleurs ; il est si spécial, au point de vue des extrêmes de température, de la forte humidité de l'air, de la luminosité, qu'on l'a classé à part : le voisinage de l'Océan, des étangs, du large estuaire de la Gironde tempèrent ce climat dans un sens

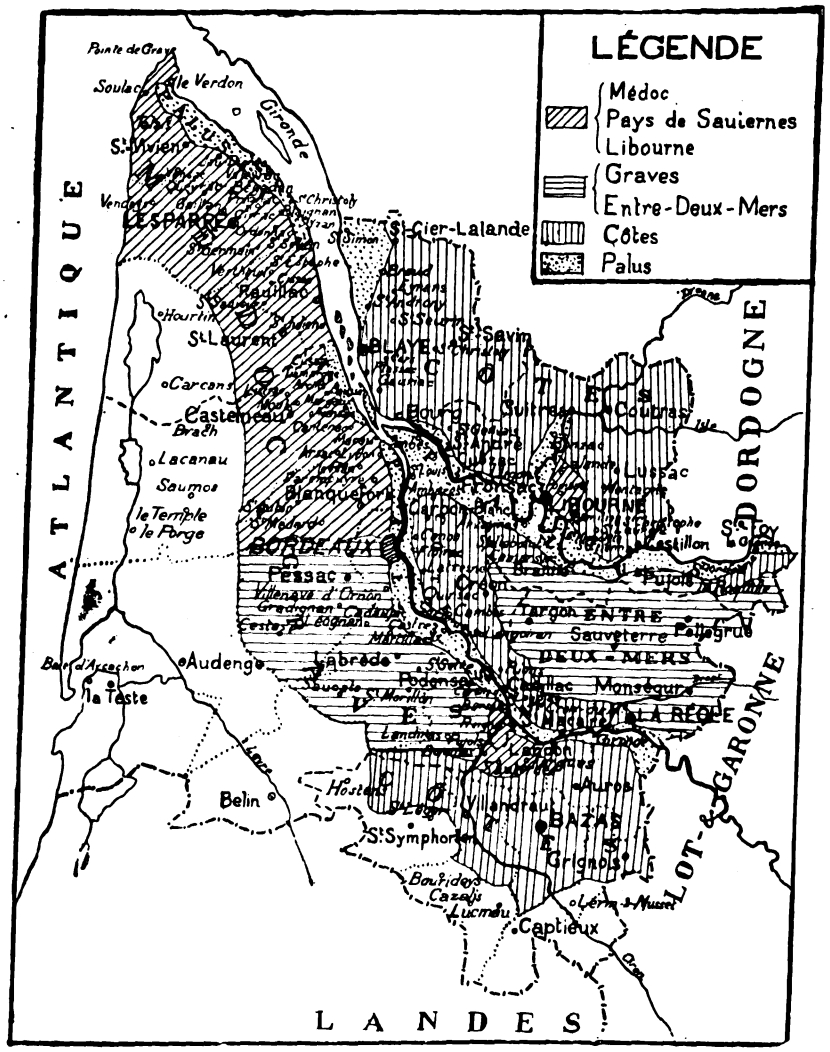


FIG. 114. — Délimitation de la région des vins de Bordeaux (décret du 18 janvier 1911).

Les principales raisons de cette différence tiennent aux conditions de production qui, comme on le sait, sont fonction du climat, du sol, des cépages, des modes de culture et de vinification. Nous donnerons les indications essentielles sur chacun de ces points, auxquelles nous ajouterons des renseignements sur les habitudes du commerce et de la propriété dans la région bordelaise.

Climat. — Les effets de chacun des trois facteurs principaux de la qualité des vins : le climat, le sol, le cépage, sont si intimement mêlés qu'il est bien malaisé de dire quel est celui qui a l'influence prédominante. Pour le vignoble girondin, pourtant, heureux pour la végétation de la vigne, et la vapeur d'eau contenue en grande abondance dans l'atmosphère constitue un régulateur très important : douceur et régularité sont les caractères du climat girondin : ils sont très favorables au développement des pampres et des fruits. Nous verrons qu'ils ont aussi une grande action sur le développement des maladies cryptogamiques et sur la maturation des raisins.

La qualité des vins de Bordeaux, si bien et depuis si longtemps suivie dans ses variations, est fonction, avant tout, des conditions météorologiques. Les grandes années pour les vins blancs et les grandes

Digitized by Google

années pour les vins rouges (ce ne sont pas toujours les mêmes) sont nettement caractérisées par les conditions de maturation des fruits. On cite encore les années exceptionnelles de 1798, où les vendanges eurent lieu dès le 13 septembre, de 1802 (23 septembre), de 1811 (vins de la Comète : 14 septembre) de 1815 (15 septembre), etc. Plus près de nous : 1900, 1904, 1911, 1914, 1920 se classent parmi les meilleures. Au contraire, les années où la vendange a débuté après le 1er octobre sont, très généralement, médiocres en quantité, et ordinaires ou mauvaises en qualité : 1797, 1799, 1813, 1816, 1902, 1903, 1910. Ces années sont dénommées *jalouses* (récoltes inégales suivant les crus considérés) ou même médiocres.

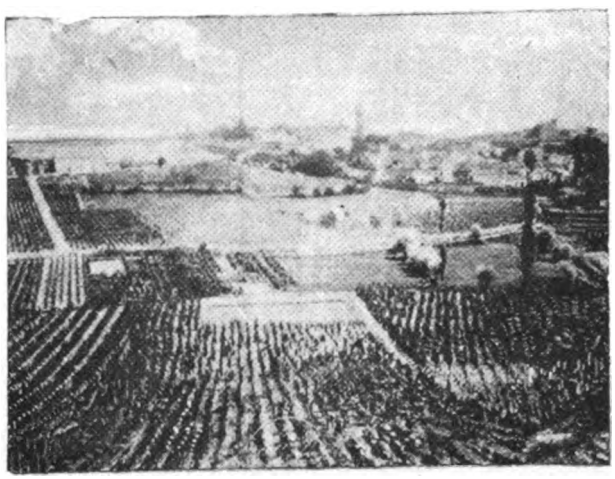


Fig. 115. — Vignoble Bordelais.
Disposition des vignes à Saint-Emilion.

En 1893, les vendanges ont commencé le 18 août, mais les pluies de septembre ont diminué la qualité des vins rouges ; les vins blancs ont été en général excellents.

1899, 1900, 1904, ont été des années très bonnes pour les vins rouges comme pour les vins blancs.

Les périodes critiques sont : le printemps (gelées tardives ou gelées blanches de la lune rousse) où la quantité peut être très fortement influencée ; le mois de juin, où les vignes fleurissent, pendant lequel la trop grande humidité de l'atmosphère et la trop basse température peuvent déterminer la *coulure*, l'avortement des fleurs. Enfin, les orages et les pluies d'été peuvent favoriser les attaques de parasites végétaux et animaux, et, par suite, diminuer fortement la quantité et la qualité des raisins récoltés. La grêle, parfois, vient ajouter ses ravages à ceux causés par les parasites, bien que la Gironde ne soit pas, dans son ensemble, une région particulièrement visitée par les orages à grêle. Les vents du Nord-Ouest, les plus fréquents, amènent généralement la pluie. Ceux du Sud-Est sont également humides.

L'exposition dans les grands crus, est presque toujours la meilleure, Est ou Sud-Est.

Sol. — Le sol du vignoble bordelais est bien, lui aussi, spécial à cette belle région. Il est formé de terrains où la silice domine, sous forme d'éléments volumineux : ce n'est pas du sable, c'est de *la grave*, du gravier plus ou moins fin, la terre étant légère et facile à cultiver si les cailloux qui la constituent sont assez gros (1 cm. ou plus, environ de longueur), compacte et lourde si les grains de sable sont très fins et mélangés d'argile (terres du voisinage immédiat des fleuves). Assez rarement la dose de calcaire devient importante et donne à la grave un autre caractère, d'où résulte une qualité différente pour le vin obtenu.

Toutes ces graves appartiennent au tertiaire, surtout au pliocène et à l'éocène ; le miocène est représenté le long des petits cours d'eau. Bien que ces différentes formations aient donné naissance à des terres arables très variées, allant depuis les terres de *boulbène* (terres dures) jusqu'aux terres de *palus*, sableuses et humifères à la fois, les vignes bordelaises sont en général établies sur des sols nettement siliceux, avec une proportion variable de graviers quartzeux, de cailloux roulés et charriés par les fleuves anciens.

Fig. 116. — Une charrue médocaine.

Le sous-sol est constitué soit par des sables inertes, soit par l'*alios*, sorte de ciment imperméable, souvent ferrugineux, agglomérat de cailloux ou de sable, de matières organiques, qui s'étend, sous forme de banc continu, à quelques décimètres seulement de la surface des vignes ; cet alios oblige les racines des vignes à se ramifier, sous une faible épaisseur, dans la couche de terrain perméable la

Digitized by Google

plus chaude ; la fructification des vignes où l'alios est près de la surface est plus abondante et plus parfaite que lorsque l'alios, d'ailleurs peu épais, est profondément situé. L'inconvénient du sous-sol d'alios ou d'argile imperméable apparaît lorsque l'écoulement des eaux n'est pas assuré par une pente suffisante : l'asphyxie des racines, le pourridié, manifestent alors leurs effets. Un défoncement profond suffit, le plus souvent, pour supprimer cet inconvénient.

Cépages. — L'encépagement du vignoble girondin, c'est-à-dire la collection des cépages qui ont servi à créer les domaines viticoles, joue lui aussi un très grand rôle dans la quantité et surtout la qualité des vins obtenus. L'expérience séculaire a fait prédominer les cépages mûrissant le mieux leurs fruits, c'est-à-dire ceux qui, bien adaptés au climat, arrivent à maturité complète en donnant les moûts les mieux constitués. Les caractères de finesse, de bouquet, qui ont placé les vins du Bordelais au premier rang, sont essentiellement dus à la nature des cépages cultivés, et à leur association.

En effet, l'encépagement des crus du Bordelais est presque toujours mixte : trois, quatre cépages au minimum sont cultivés sur le même domaine, et chacun de ces cépages apporte une qualité particulière au vin de cru : l'un apportera la haute teneur en alcool, l'autre la fraîcheur, tel autre la belle couleur, la robe, tel autre le bouquet subtil. La proportion à garder entre les différents cépages est un des points essentiels qui préoccupent le directeur d'un vignoble girondin.

Avec ce que nous avons dit des variations de la nature du sol, plus ou moins chaud, plus ou moins riche en calcaire, en fer, en humus, en argile, on comprend que les vins produits soient aussi divers, en présence des combinaisons que l'on peut faire en nombre illimité dans l'encépagement. La méthode de vinification pouvant elle-même être différente d'un domaine à l'autre, il peut se faire que des raisins de même nom, produits dans le même terrain, sur deux propriétés contiguës donnent des vins encore différents à la dégustation. De là l'infinie richesse des listes dressées pour les vins de la Gironde ; de là aussi la nécessité de les classer. Nous ne citerons ici que les principaux de ces cépages :

Parmi les rouges, celui qui domine, et qui, dans quelques cas exceptionnels, est cultivé à l'exclusion des autres, est le *Cabernet-Sauvignon*. La famille des Cabernets fournit encore plusieurs cépages : le Cabernet franc, le gros Cabernet, la Carmenère, Le Cot (Malbec ou Pressac), le Merlot, le Verdot, le Cruchinet, sont associés aux Cabernets pour les vins rouges. Ce sont tous des cépages de deuxième époque de maturité, c'est-à-dire qu'ils mûrissent quinze jours environ après le Chasselas.

Les cépages blancs sont aussi de même précocité : les principaux sont le Sauvignon, le Semillon, la Muscadelle. Hors des grands crus on trouve aussi l'Enrageat (Folle blanche des Charentes),

Ces cépages blancs ou rouges sont des cépages de qualité, c'est dire qu'ils sont, en grande majorité, peu productifs. Les chiffres que nous indiquerons plus loin pour les rendements des grands crus se trouvent ainsi expliqués ; la nature du sol, siliceux, des croupes médocaines ou calcaires des vignes du Saint-Emilionnais est aussi une cause de la faible quantité récoltée à l'hectare, les ceps végétant dans des sols en général peu fertiles.

Les ennemis de la vigne et la reconstitution. — Le vignoble girondin a été un des premiers envahi

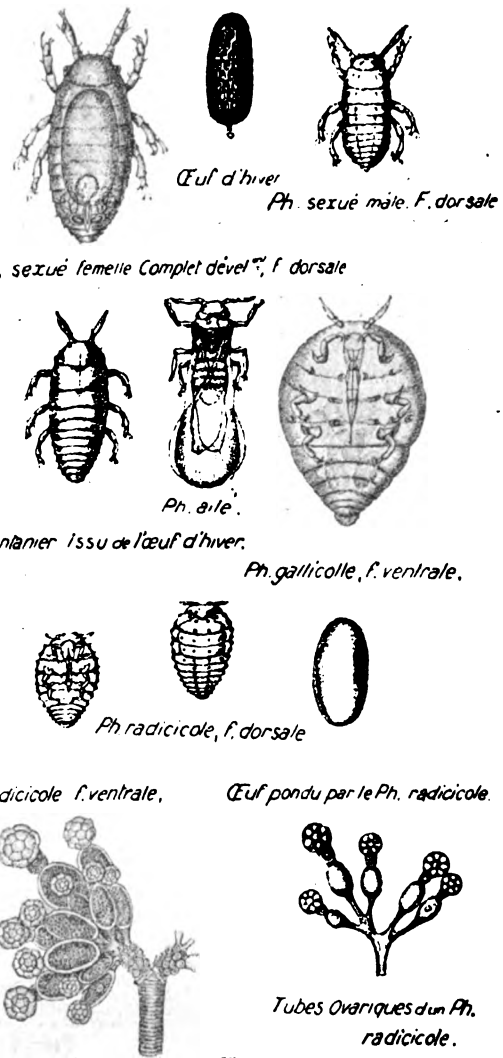


FIG. 117. — Le Phylloxéra.

par l'oïdium (en 1850) et par le phylloxéra (en 1867) ; il est particulièrement exposé aux attaques du

Digitized by Google

mildiou, du black-rot et des larves des papillons ampélophages : eudémis, cochylis. Les traitements anticryptogamiques et insecticides y jouent donc un rôle de première importance, grevant la production de sommes considérables chaque année.

C'est le phylloxéra, ici comme dans bien d'autres régions, qui a le plus profondément modifié la viticulture bordelaise. Sans doute, on lutte encore sur plusieurs milliers d'hectares, à l'aide du sulfocarbonate et du sulfure de carbone, pour maintenir les vieilles vignes françaises, en présence des pucerons radicicoles ; mais la grande majorité des vignes girondines sont aujourd'hui greffées sur porte-greffes à sang américain bien adaptés au sol. Les viticulteurs bordelais ont manifesté une fidélité remarquable à leurs anciens cépages et à leurs pratiques culturales : taille, espacement, façons se rapprochant autant que possible de ce qu'ils étaient avant l'invasion phylloxérique ; les coteaux, les croupes, qui donnent les meilleurs vins, ont été replantés en vigne et la répartition du vignoble entre les diverses régions n'a pas été trop profondément modifiée. Ce maintien des cépages et des habitudes techniques a été rendu possible par l'emploi de porte-greffes, en nombre restreint, qui ont enfin surgi, après de coûteuses expériences et des échecs retentissants, parmi la foule des numéros offerts aux viticulteurs.

Dans les terres silico-sableuses, qui dominent en Gironde les porte-greffes Riparia × Rupestris (3.306, 3.309, 101-14) ont supplanté le Riparia pur, trop exigeant, et le Rupestris du Lot, qui donne trop de vigueur à ses greffes, au détriment de la fructification. Dans les terres les plus profondes et les plus fertiles, non calcaires, on trouve encore des plantations faites sur Riparia. Dans les sols plus calcaires du Saint-Emilionnais, les hybrides à sang Berlandieri sont indiqués : on y rencontre le 420 A, le 157-11 (Riparia × Berlandieri), le 333 (Cabernet × Berlandieri) et le 41 B (Chasselas × Berlandieri). Enfin deux hybrides porte-greffes franco-américains, l'Aramon × Rupestris Ganzin n° 1 et le Mourvèdre × Rupestris 1202 ont été assez souvent employés.

Sur ces porte-greffes, on a enté les anciens cépages que nous connaissons. Il est vrai de dire que cette opération n'a pas été entreprise sans appréhension, en ce qui concerne la qualité des vins de vignes greffées. La cause est heureusement entendue aujourd'hui, et des exemples fameux prouvent que des vignes, greffées sur porte-greffes bien choisis,

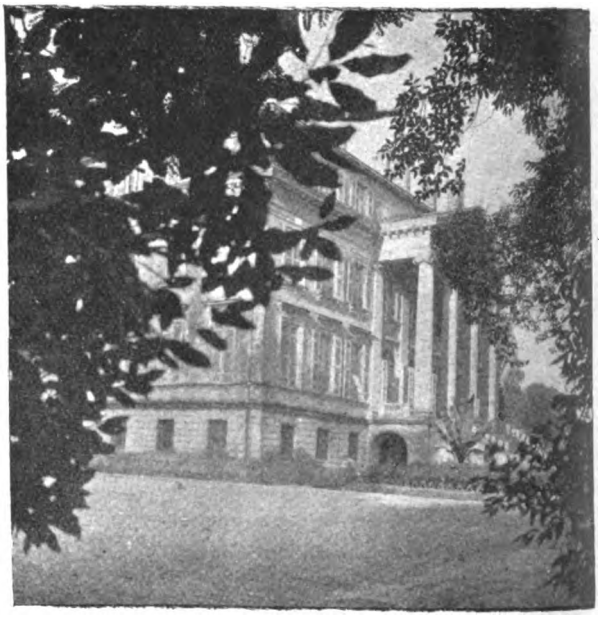


Fig. 119. — Vue de château Margaux.

donnent des produits au moins égaux à ceux de vignes franches, non greffées, *de même âge*. Le vin de Château-Haut-Brion, qui se vend le plus cher des vins rouges de la Gironde, est produit par des vignes greffées.

Population. — La population qui cultive les vignes girondines, qui soigne et éduque les vins, soit chez le propriétaire, soit dans les chais des grandes maisons de Bordeaux est particulièrement adaptée par atavisme, pourrait-on dire, à son rôle

Fig. 118. — Vue de Château-Latour.

Digitized by Google

capital. Comme dans tous les pays essentiellement viticoles, le cultivateur y est passionné pour la vigne et pour ses produits. Souvent, le vigneron est prix-faiteur, c'est-à-dire qu'il soigne un nombre déterminé de pieds de vigne, un prix-fait (24.000 pieds, près de huit journaux, soit 2 hect. 2/3, par exemple); ailleurs, on lui confie une certaine surface en vignes; ailleurs encore il est considéré comme un métayer. Dans tous les cas, les vignes sont parfaitement taillées, labourées, traitées, entretenues et fumées.

Le personnel des caves est, le plus souvent, distinct du personnel de culture des vignes. Mais viticulteurs et cavistes sont des artistes, dont l'amour-propre est toujours en éveil, des connaisseurs, de vrais spécialistes. Aussi leur réputation est-elle grande, et justifiée, dans tous les pays où l'on consomme, où l'on produit du vin.

Malheureusement, la désertion des campagnes fait sentir ses effets funestes, en Gironde au moins autant qu'ailleurs, et le recrutement de cette population choisie, indispensable à la bonne élaboration des vins de cru, reste un des problèmes les plus angoissants.

La propriété est, en Gironde viticole, le plus souvent grande ou moyenne. Ce n'est pas sans raison que l'on donne aux crus bordelais le nom de châteaux; sur chaque domaine s'élève une maison d'habitation, qui peut être un véritable château, une grande villa, une maison de plaisance, réservée au propriétaire qui y villégiature quelquefois, surtout lorsqu'il s'agit des grands crus. L'entretien de ces immeubles, les frais de culture annuels, le capital engagé dans l'acquisition du fonds représentent bien souvent une fortune. Aussi retrouve-t-on, parmi les noms des propriétaires de vignes du Bordelais, les noms historiques de l'armorial, de la haute finance, du haut négoce ou de la grande propriété foncière. De plus en plus la nécessité de former des sociétés-propriétaires se manifeste, même dans les plus grands crus. Le morcellement, par héritage, de ces beaux domaines aurait les pires conséquences. Il est certain qu'une crise de mévente prolongée dans ces régions de cru entraînerait une modification du régime foncier pouvant être mortelle pour nos plus célèbres gloires vinicoles.

Les vendanges ne peuvent déjà être effectuées qu'avec l'appoint des étrangers et des populations venues des Landes, des Pyrénées, de la Saintonge ou des Cévennes; les difficultés vont croissant pour assurer les travaux saisonniers de taille, de fumure, de traitements et de labours. Comme il s'agit d'œuvres particulièrement soignées, il semble difficile de remplacer les travailleurs exercés par des instruments mus mécaniquement. Ici encore, il y a un nuage sombre à l'horizon.

Les vins de Bordeaux. — La collaboration de la nature, de la vigne, des viticulteurs et des cavistes, des négociants, permet seule d'obtenir ces produits parfaits que sont les vins de Bordeaux. Nous donnerons ici un aperçu seulement de leur variété, en indiquant leur classification rationnelle et les caractères de chaque classe.

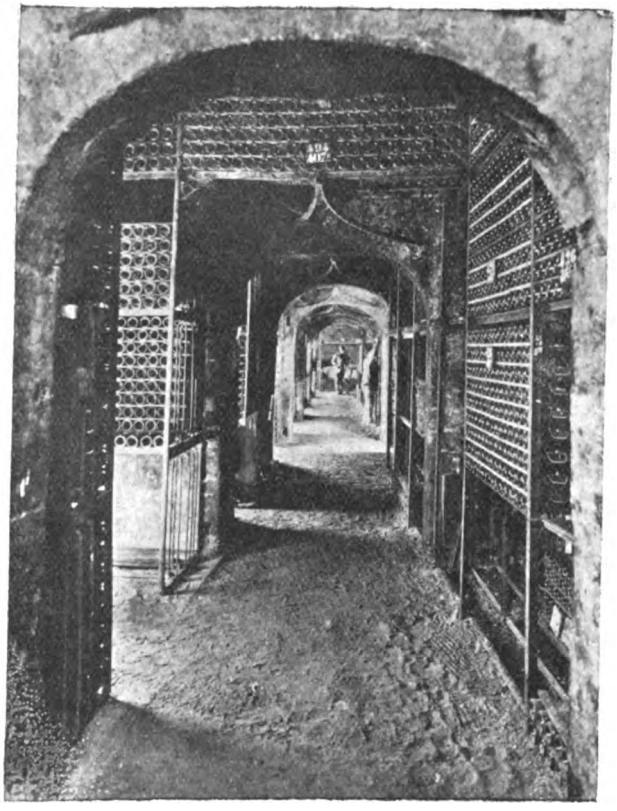


FIG. 120. — Caves d'une grande maison de Bordeaux.

C'est la nature du sol, plus que la répartition géographique, qui a conduit à classer vins rouges et vins blancs. Le Médoc, les Graves de Bordeaux, l'Entre-deux-Mers, le Saint-Emilionnais, pour les vins rouges, le Sauternais, pour les vins blancs, sont bien des divisions agrologiques. Les différences constatées entre les vins qui ont tant de caractères communs sont, pour le profane, de simples nuances pourtant si infiniment graduées que les deux extrémités de la série ne peuvent être confondues, même par lui.

Les caractères génériques des vins rouges et blancs de Bordeaux peuvent être ainsi résumés.

Pour les rouges, la limpidité parfaite, la belle couleur intense de rubis sombre, vive et pleine, l'arome très développé rappelant le parfum délicat de la truffe, de l'amande, de la framboise ou de la violette, toujours très fin et très distingué; la saveur est douce, veloutée, le goût de fruit est toujours très marqué; le vin est toujours corsé,

Digitized by Google

moins que les Bourgogne, mais les Saint-Emilion s'en rapprochant beaucoup ; ils sont chauds, généreux ; ce sont des vins tendres ne donnant jamais l'impression de verdeur ou d'acidité ; enfin ils laissent à l'estomac, une fois bus, une impression de moelleux, de chaleur bienfaisante, de bien-être, qui a été vantée par tous les gastronomes célèbres. Telles sont les sensations provoquées par un vin rouge de Bordeaux de cru, qui a atteint l'âge de la consommation (au minimum quatre et cinq ans) et qui est servi dans les conditions imposées par l'art du sommelier, c'est-à-dire « chambré » à la température de 18 à 20 degrés, et décanté au préalable, s'il y a lieu.

Pour les blancs, la limpidité parfaite, la couleur jaune d'or ou jaune très pâle, le parfum le plus suave, la liqueur (la saveur sucrée) pour les vins blancs doux (sauternes), le velouté, le moelleux, surtout la distinction et le brillant se joignent à la richesse en esprits chaleureux.

• Ces vins parfaits sont destinés à être appréciés surtout par les dégustateurs, et l'on sait combien le Bordelais en compte de fameux. Leur habileté proverbiale a fait le sujet de mainte anecdote à peine croyable. La science du chimiste peut servir, plus modestement, mais d'une façon plus précise peut-être, à caractériser les vins de Bordeaux. Pourtant, ce qui fait l'essentiel de la qualité de ces vins : l'arome, le bouquet, le parfum, ne peut être mesuré par les appareils de laboratoire : le nez, le palais du connaisleur affirment leur supériorité lorsqu'il s'agit d'apprécier l'importance et la nature des produits volatils, dont l'heureux assemblage impressionne si agréablement les convives.

Voici, d'après Blarez, l'analyse d'un vin rouge et l'analyse d'un vin blanc de Bordeaux.

Vin rouge de 1er *choix* (Graves, 1893)

Densité à 15°	0.9951
Alcool °/₀	11°40
Acidité totale °/₀₀	3.40
Extrait sec à 100°	21 gr. 50
Cendres °/₀₀	2.60
Crème de tartre °/₀₀	3.80
Sucre réducteur °/₀₀	2.61
Sulfate de potasse	0.35

Grand Vin blanc liquoreux (Sauternes, 1893)

Alcool °/₀	14°4
Acidité totale °/₀₀	4.4
Acidité volatile	0.56
Extrait sec à 100°	46 gr. 00
Cendres °/₀₀	3.85
Sucre réducteur	23.80
Glycérine	13.82
Crème de tartre °/₀₀	1.07

D'après Gayon et Laborde, la composition moyenne des différents types de vins du Bordelais serait la suivante :

Vins rouges (année 1887)

	Alcool	Acidité totale	Extrait sec	Cendres	Crème de tartre	Sucre réducteur	Sulfate de potasse
Médoc	11°6	4.45	23.0	2 47	3.66	2.48	0.24
Graves et Palus de Bordeaux	11°6	4.66	24.1	2.47	3.70	2 34	0.24
S^t Émilionais Pomerols.	11°8	4.18	23.30	2.32	3.52	2.32	0.23
Fronzadais (côtes)	11°5	4.47	24.28	2.37	3.52	2 78	0.25
Entre-Deux-Mers. Côtes.	11°0	3 61	24 20	2.66	3.63	2.32	0.24

Vins blancs (année 1887)

Pays de Sauternes et Petites Graves	12°8	3.83	31.87	2.42	2.41	13.87	0.49
Premières côtes et Entre-Deux-Mers	11°9	4.0	23.90	1.66	2.84	9.30	0.55

Les vins rouges jeunes sont peu agréables, astringents et tanniques jusqu'à l'amertume ; avec le temps ce défaut s'atténue : le tanin abondant est l'antiseptique qui permet à ces vins de vieillir sans dommage, à fondre, en quelque sorte, leurs caractères un peu rudes de la jeunesse dans un ensemble harmonieux.

Les vins blancs doux sont caractérisés par leur haute teneur en glycérine, qui leur donne le moelleux,

Digitized by Google

l'onctuosité qui s'ajoute à l'agréable sensation du sucre restant et de l'alcool généreux.

Ces vins divers, à qualités bien marquées et bien tranchées, doivent leur variété aux différences agrologiques des régions d'où ils proviennent. Nous énumérerons ces régions en donnant très brièvement les renseignements essentiels sur la culture de la vigne dans chacune d'elles.

Le Médoc. — C'est la région la plus importante, produisant presque exclusivement des vins rouges qui, avec les grands Bourgognes, sont placés au premier rang des vins du monde.

Sur la rive gauche de la Garonne et de la Gironde, depuis la lisière nord de Bordeaux, jusqu'à Soulac, près de la pointe de Graves, les vignes médocaines s'étendent sur 80 kilomètres de long et 15 kilomètres de large environ ; Blanquefort, Margaux, Castelnau-de-Médoc, Saint-Laurent-de-Médoc, Pauillac, Lesparre, sont les communes les plus importantes de cette riche région, où pullulent les *châteaux* producteurs de grands vins. Parempuyre, Ludon, Macau, Cantenac, Moulis, Saint-Julien, Saint-Estèphe, communes de moindre importance sont cependant célèbres dans le monde entier.

Deux grands centres pour les crus les meilleurs parmi les meilleurs : Pauillac, port important sur la Gironde, et Margaux ; deux divisions aussi, le Bas-Médoc situé plus près de l'embouchure du fleuve, et le Haut-Médoc, la ligne Vertheuil-Saint-Seurin de Cadourne formant la frontière ; enfin, au bord même du fleuve une mince bande de *palus*, d'alluvions modernes, produisant des vins moins distingués.

Le Médoc compte plusieurs centaines de crus qu'il a fallu classer. En 1855, la Chambre syndicale des courtiers-gourmets a établi une répartition officielle en crus paysans, crus artisans, crus bourgeois (ordinaires, bons bourgeois, bourgeois supérieurs) et grands crus. Ces derniers, appelés aussi *crus classés*, sont à leur tour divisés en cinq classes : Château-Lafite, Château-Margaux, Château-Latour forment à eux trois la première ; seize crus forment la seconde : Mouton-Rothschild, Rauzan-Ségla, Rauzan-Gassies, etc..., répartis sur les communes de Pauillac, Margaux, Saint-Julien, Saint-Estèphe et Cantenac ; treize forment la troisième ; onze la quatrième ; dix-sept forment la cinquième.

Depuis 1855, la qualité des vins produits dans chaque cru a varié ; tel quatrième cru de Saint-Estèphe se vend, certaines années, aussi cher que le meilleur des seconds ; le commerce sait tenir compte des améliorations réalisées dans la vinification, mais le classement officiel subsiste.

Des vins blancs secs, se rapprochant de ceux des Graves, sont produits depuis quelques années seulement dans le Médoc, avec les cépages de Sauternais.

Enfin, certains châteaux appartenant à des maisons de commerce de Bordeaux et situés en Médoc, font des vins blancs destinés à la transformation en vins mousseux dans les belles caves de l'ancienne forteresse de Bourg, de l'autre côté de la Gironde.

Les vignes sont plantées en bandes ou règes, d'une soixantaine de mètres de long, les rangs étant écartés d'un mètre environ et la distance entre les pieds étant la même qu'entre les rangs ; les vignes dirigées dans le sens de la rège, maintenues à la taille dans un plan vertical, sont conduites très basses à l'aide de *carrassonnes* (piquets de bois) portant des lattes d'acacia ou de châtaignier, ou des fils de fer, à 40 centimètres du niveau du sol ; dans les palus, par crainte des gelées, les deux bras de la souche sont élevés et palissés en espalier.

Les vignes reçoivent quatre labours de mars à juin ; on y applique des composts et des fumures en fin d'automne, des sarclages nombreux. L'ébourgeonnage, l'écimage, l'incision annulaire même sont pratiqués.

Mais les traitements les plus importants sont ceux qui ont pour but de défendre les vignes contre les cryptogames et surtout contre le mildiou de la feuille et de la grappe. La bouillie *bordelaise*, née en Médoc, à base de sulfate de cuivre et de chaux est couramment et copieusement employée ; il est

Fig. 121. — Sulfatage des vignes bordelaises. Pulvérisateur à dos d'homme.

même d'usage d'employer des bouillies particulièrement riches en cuivre (souvent 3 à 5 kilogrammes de sulfate de cuivre par hectolitre).

La nature graveleuse du terrain lui permet de s'échauffer facilement ; les raisins placés près de ce sol chaud mûrissent plus tôt que dans les autres régions girondines. Les vendanges ont lieu généralement dans la deuxième quinzaine de septembre ;

Digitized by Google

elles s'échelonnent sur 15 à 25 jours ; les raisins placés par les coupeurs dans des seaux de bois pouvant contenir 10 kilogrammes, sont vidés dans des hottes, de 50 litres, elles-mêmes transvasées

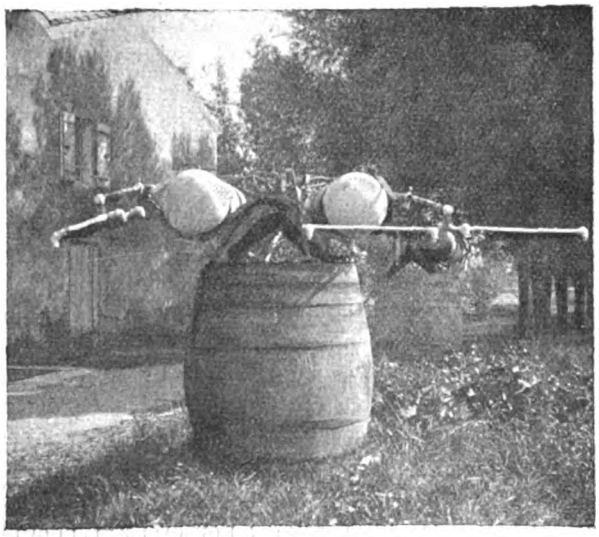


Fig. 122. — Un pulvérisateur à bât pour le traitement des vignes à la bouillie bordelaise.

dans des cuves ou *douils* rangées sur des charrettes. Des surveillants complètent l'équipe, ou manœuvre. Le triage des raisins se fait avec le plus grand soin et l'on coupe seulement les grains bien sains et mûrs.

Au cuvier, les raisins sont égrappés et foulés (de plus en plus mécaniquement) et placés dans les cuves, toujours très bien entretenues, remplies aux trois quarts et *foncées*, c'est-à-dire, pourvues d'un couvercle luté avec du plâtre ; quand le moût fermente en cuve ouverte, on prend le soin de maintenir le chapeau de peaux et de pépins que l'acide carbonique soulève, immergé dans le liquide. La cuvaison dure d'une à quatre semaines suivant la température du cuvier ; elle est surveillée à l'aide du thermomètre et du glucomètre. De la cuve, le vin est *écoulé*, après tamisage, dans des barriques neuves en chêne, où la fermentation secondaire, lente, s'effectue ; lorsqu'elle est terminée, on place la bonde, sans l'enfoncer, et on fait le plein, on *ouille*, une ou deux fois par semaine d'abord, plus rarement ensuite. Quatre mois après la mise en barriques, on soutire le vin pour le séparer de ses lies, dans une autre barrique bien méchée. Deuxième soutirage en juin, troisième en octobre. Le vin d'un an est alors collé au blanc d'œuf, les barriques mises bonde de côté pour attendre les soutirages (trois par an), la deuxième et parfois la troisième année. Un collage en février et, le mois suivant, peut avoir lieu la mise en bouteilles ; toutes ces opérations sont faites avec un soin extrême, indispensable à la bonne qualité des vins à obtenir. Dans ces vins, les cabernets, qui dominent, apportent la couleur vive mais peu intense et surtout le bouquet et la finesse qui se développent à mesure que le vin vieillit ; le merlot, le moelleux ; il augmente aussi le rendement ; le malbec apporte la couleur et augmente la production ; le verdot est rarement présent dans les vignes de grand cru.

Les frais de culture et de vinification sont extrêmement élevés (plusieurs milliers de francs par hectare) en Médoc ; la production y est faible (30 hectolitres à l'hectare) ; il faut que le vin soit vendu

Fig. 123. — Fûts gerbés dans un grand chai du Bordelais. Les barriques du premier plan sont bonde dessus ; celles du deuxième sont bonde de côté.

très cher le tonneau (4 barriques ou 9 hectolitres) pour couvrir ces frais et laisser un bénéfice à l'exploitant. Cette dernière condition est rarement remplie et l'on comprend que la possession d'un cru classé dans le Médoc soit considérée comme un luxe. En tout cas, elle exige une mise de fonds pour l'acquisition du domaine, et des disponibilités pour les frais annuels, qui ne sont à la portée que des grosses fortunes ou de sociétés immobilières importantes. Dans les périodes de crise, il faut compter aussi que l'exploitation doit continuer sans qu'il y ait de « rentrées » de fonds pendant plusieurs années, ce qui limite encore le nombre des acquéreurs possibles.

La qualité des vins du Médoc est envisagée avant tout, par le producteur comme par le négociant acheteur. La réputation du cru est tellement bien défendue que si, malgré tous les soins donnés aux vignes, la vendange est de qualité défectueuse, le vin de cette récolte, s'il est vendu comme Bordeaux et même comme Médoc, comme Margaux, ou comme Saint-Jullien, ne porte pas le nom du cru. On ne trouvera donc pas de château X... portant le millésime de cette année mauvaise, ni

Digitized by Google

chez les négociants ni sur les cartes des vins des grands restaurants.

Les grandes années, au contraire, verront jalousement revendiquée la désignation de Château X... ; pour éviter le foisonnement des vins de cette année remarquable et de ce grand cru, le vin sera *mis en bouteilles* au château et chaque bouchon portera la marque du propriétaire, apposée par son personnel

Fig. 124. — Mise en bouteilles au château.

lui-même. Cette récolte sera vendue à une ou plusieurs des grandes maisons de commerce de Bordeaux.

Enfin, bien souvent, une de ces maisons s'assurera l'achat de la totalité de la production d'un grand cru pendant deux, trois, quatre années et plus, ayant ainsi le monopole de la marque pour les récoltes correspondantes. C'est ce qu'on appelle *la vente par abonnement*, qui n'est pas sans exposer l'acheteur comme le vendeur à des aléas très sérieux : on en a eu des exemples frappants pour les contrats passés à la veille de la guerre.

Les Graves. — Sur la rive gauche de la Garonne, et sur 20 kilomètres au sud de Bordeaux, jusqu'à Podensac, à la limite du pays de Sauternes, s'étendent, sur une largeur de 8 kilomètres, les vignes des Graves. Pessac, La Brède et Podensac en sont les principales agglomérations. Les Grandes Graves, de Bordeaux à Léognan, à sol silico-graveleux pliocène, à gros cailloux roulés très abondants ; les petites Graves, de Cadaujac à Cérons plus sableuses, souvent de sable pur, produisant des vins moins fins, en sont les deux divisions.

Après le Médoc, c'est la région qui produit les meilleurs vins rouges de Bordeaux. Son seul premier grand cru, Château Haut-Brion, est même mis sur le rang des trois premiers crus du Médoc ; son vin se vend aujourd'hui plus cher que les plus grands Médocs.

On y produit aussi des vins blancs estimés, avec les mêmes cépages que ceux du Sauternais, qui limite au sud la région de Graves.

Les vins rouges sont d'une sève et d'un bouquet différents de ceux du Médoc ; ils ont, eux aussi, du corps, de la finesse, une belle couleur. Les vins blancs sont secs, nerveux, très bouquetés dans les meilleurs crus.

Les différences de culture et surtout de taille, avec le Médoc, disparaissent avec le temps ; les vignes à trois ou quatre bras groupés autour d'un même grand échalas deviennent de plus en plus rares.

De réputation excellente et très ancienne, les vins de Graves sont en constante amélioration et les grands noms de Haut-Brion, de Haut-Bailly, de Pape-Clément, de Carbonnieux servent autant la réputation des vins de Bordeaux que les meilleurs crus du Médoc.

Saint-Emilionnais. — Près de Libourne, au nord de la Dordogne, une région vignoble, peu étendue, et qui comprend Saint-Emilion et Pomerol, produit des vins rouges très justement réputés et différents des précédents.

Sur une ligne de coteaux parallèle à la Dordogne, en sol argilo-calcaire souvent ferrugineux, reposant sur un calcaire éocénique, les vignes girondes sont cultivées en plein, à 1 m. 33 en tous sens, plus élevées que dans le Médoc. Le climat, moins humide, moins pluvieux, a des hivers plus rigoureux et des étés plus secs.

L'influence du sol et du climat se fait nettement sentir dans la qualité des vins. Bien que les cépages soient les mêmes, les vins sont nettement différents : mûris en sol plus chaud, sous un ciel plus ardent, les raisins sont plus sucrés, et les vins, par suite, plus corsés, plus chaleureux. Le bouquet est lui-même modifié. Les vins du Saint-Emilionnais se rapprochent des Bourgognes, produits, eux aussi, en sols calcaires ; ils font la transition entre les Médocs et les vins de la Côte-d'Or. Ce sont aussi des vins de côtes.

Château-Ausone est le premier ; Château-Pavie vient ensuite, Château Cheval-Blanc est le premier grand cru des Graves de Saint-Emilion ; puis viennent Château-Figeac, etc. A Pomerol, Château-Petrus, Château-La-Conseillante, Château-Certan sont au nombre des plus connus.

Côtes, Entre-Deux-Mers et Palus. — En dehors du Saint-Emilionnais, toute la partie du département qui se trouve au nord de la Dordogne et à l'est de la Gironde est constituée par une région vignoble de côtes, avec des Palus au bord de ces deux fleuves et de l'Isle. Castillon-sur-Dordogne, Lussac, Coutras, Guistres, Saint-Savin, Saint-

Digitized by Google

Ciers-sur-Gironde, Blaye, Bourg, Saint-André-de-Cubzac et Fronsac en sont les principaux centres. En outre, tout l'Entre-Deux-Mers, s'amincissant depuis la ligne Sainte-Foy-la-Grande (sur la Dordogne), La Réole (sur la Garonne) jusqu'au bec d'Ambès où les deux cours d'eau ont leur confluent, comporte un important vignoble avec Saint-Macaire, Cadillac, Targon, Créon, Carbon-Blanc, Branne, Pujols, Sauveterre, Pellegrue et Monségur. Palus, au bord des fleuves, côtes dans toute la partie nord-ouest, la partie est produisant peu de vins rouges, mais beaucoup de vins blancs jadis distillés, qui vont maintenant à la consommation directe.

Enfin, au nord de Bazas, les côtes d'Auros et de Grignols produisent des vins qui se rapprochent de ceux des régions de l'Entre-Deux-Mers, du Blayais et du Bourgeais. Les îles de la Gironde produisent des vins qui se rapprochent davantage des vins de Palus.

Ces trois régions, très importantes en étendue, et qui produisent de grosses quantités de vins, les rouges généralement fins et corsés, où le malbec domine, représentant les vins ordinaires et grands ordinaires de Bordeaux ; les blancs, le plus souvent ordinaires, mais parfois excellents vins de table, et même, comme à Sainte-Croix-du-Mont, tout à fait grands vins, sont presque exclusivement en vignes greffées. Ce sont elles qui produisent les vins de Bordeaux consommés par les classes moyennes dans les différents pays du monde. Certains centres de production, comme le Fronsadais, le Libournais, Sainte-Foy-la-Grande, Carbon-Blanc, Créon, possèdent même des crus très intéressants.

Sauternais. — Enfin, la Gironde possède une région viticole fameuse entre toutes, celle qui produit les premiers grands vins blancs connus. Le nom de Sauternes a porté bien loin la renommée des vins français de Bordeaux.

Il s'agit d'un vignoble peu étendu, situé à 30 kilomètres au sud-est de Bordeaux, au bord de la Garonne, limité par les Palus de la rive gauche, le Ciron au Nord-Ouest et le tronçon de voie de Bazas à Langon au Sud-Est. Langon, Sauternes, Preignac Bommes, Fargues et Barsac sont les principaux centres de ce vignoble qui a une douzaine de kilomètres dans sa plus grande dimension.

Coteaux bien exposés au soleil, sol accidenté, entrecoupé d'étroits vallons, de sol graveleux, argilo-calcaire ou silico-graveleux, à sous-sol d'argile (sauf à Barsac, où il est calcaire), c'est là que l'on produit avec le sauvignon, le semillon, la muscadelle, cette liqueur limpide et merveilleuse, parfumée, moelleuse et séveuse, incomparable et qui ne peut être obtenue que par une vinification, spéciale, très soignée.

Château-Yquem est le roi de ces vins exquis.

Les vignes y sont en lignes espacées de 1 m. 40 à 2 mètres et les plants sont distants de 0 m. 80 à 0 m. 90 les uns des autres. Les rameaux sont palissés sur fils de fer ou réunis autour d'un grand échalas ; un tronc de 0 m. 50 et deux ou trois bras portant chacun un courson de deux ou trois yeux, tel est l'aspect des souches.

Les raisins sont récoltés à la surmaturation, et lorsqu'ils sont ridés, séchés, envahis par une moisissure superficielle, la pourriture noble, le Botrytis cinerea, qui n'exerce son action favorable que si le temps se maintient sans pluie pendant les dernières semaines. Dans ces conditions, le champignon qui rampe à la surface des grains et qui envoie à travers la pellicule des suçoirs, provoque une évaporation intense. Le moût se concentre dans le grain ; il s'enrichit aussi en matières pectiques.

La nécessité de ne récolter que des grains sains et secs, oblige à faire des « tries » et à prolonger la période des vendanges. Donc, récolte très soignée et, partant, très onéreuse ; avec des ciseaux et parfois grain à grain, il faut visiter plusieurs fois toutes les grappes. Les grains « rôtis » donnent les vins de tête ; les tries ultérieures donnent les vins de centre et de queue.

Mis dans les paniers de bois, puis dans les douils, les grains triés arrivent tout égrappés au cuvier où ils sont aussitôt pressés. Le jus très concentré qui s'en écoule est mis en barrique ; la fermentation part, dure quelques semaines, après quoi on soutire. Il reste du sucre non décomposé par les levures, qui est protégé contre la destruction ultérieure par des mutages au soufre et par de nombreux soutirages (quatre au moins par an) qui éliminent la majeure partie sinon la totalité des ferments. La qualité des vins de grandes années ne fait que s'accroître avec le temps.

Le rendement moyen d'un hectare de bonne vigne de Sauternes, est aux environs de 10 hectolitres !

Après Château-Yquem, seul grand premier cru, viennent neuf premiers crus et onze deuxièmes crus. Château-La-Tour-Blanche, Château-Suduiraut, Château-Coutet, Château-Climens, Château-Rieussec, Château-Filhot, etc... sont ces vins « blancs dorés, fins, délicats, moelleux, liquoreux, savoureux et très parfumés », « idéal du vin blanc », « extravagance du parfait ». Les prix payés pour ces vins constituent des records. En 1859, un tonneau de Yquem 1847 fut vendu 20.000 francs au Grand-Duc Constantin.

A Barsac, les vins blancs, moins liquoreux, mais plus bouquetés, sont universellement réputés.

Vins mousseux. — De plus en plus, la vogue des

Digitized by Google

vins mousseux, obtenus par refermentation en bouteilles de vins blancs assez alcooliques, frais et limpides, détermine les viticulteurs des différentes régions de la Gironde à entreprendre cette industrie. Nous avons vu que dans le Médoc même des vins blancs étaient destinés à la « champagnisation » qui se fait dans les caves de Bourg. Dans les autres parties du département productrices de vins blancs, et même dans les Graves et le Saint-Emilionnais, une faible proportion des vignes blanches servent à cette production, donnant des vins mousseux fort appréciés.

Premiers vins blancs et premiers vins rouges du monde, grands ordinaires et ordinaires rouges et blancs, vins blancs mousseux, telles sont les belles richesses de notre Gironde viticole.

Commerce des vins de Bordeaux. — Le vigneron bordelais élabore, avec le soin et l'art que nous avons signalés, les grands vins de la Gironde ; c'est le commerce qui les éduque, les fait connaître et qui les répartit dans le monde. Comme en Charentes, pour les eaux-de-vie, comme en Champagne et en Bourgogne, pour les grands vins, c'est le commerce qui parachève l'œuvre si bien commencée, c'est lui qui donne la dernière et vigoureuse impulsion au courant des vins de Bordeaux vers la consommation.

Aussi ancien que la réputation des vins de Gironde (qui était déjà grande au XIIIe siècle, quand les Anglais occupaient l'Aquitaine), il a perfectionné son organisation et ses méthodes jusqu'à en faire quelque chose de parfait. Une grande maison de

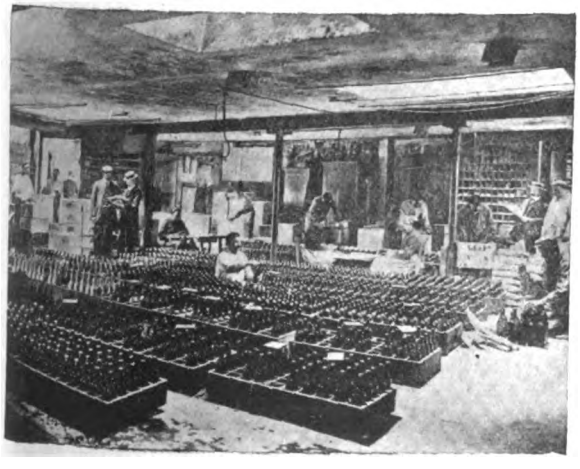


Fig. 125. — Chantier d'expédition de vins en bouteilles.

négoce de vins de Bordeaux est, elle aussi, une œuvre d'art que nous pouvons montrer avec fierté aux étrangers.

Une importante partie de la ville de Bordeaux est occupée par les chais et par les docks des négociants en vins ; une population nombreuse de cavistes, hommes de chais, camionneurs et dockers vit de ce commerce ; la majeure partie du trafic ferroviaire et maritime qui aboutit à Bordeaux est alimenté par ses vins.

Ce commerce est, pour beaucoup, un commerce d'exportation ; depuis le XIIIe siècle, où les vins de Bordeaux étaient exportés en Bretagne, en Normandie, en Flandre et dans les Iles britanniques, on peut dire qu'ils ont fait, grâce au commerce, à ses comptoirs établis en tous lieux, la conquête du monde entier.

Le rôle du commerce est ici non seulement d'ordre économique mais aussi d'ordre technique ; chaque

Fig. 126. — Expédition de fûts et de caisses chez un négociant de Bordeaux.

grande maison comporte un personnel de courtiers, de dégustateurs, de maîtres de chais parfaitement entraînés à apprécier et à soigner les vins. D'autre part, le commerce seul est assez riche pour garder en caves des vins abondants et fort chers, pendant de longues années, pour attendre le moment où ils ont acquis le maximum de leur valeur marchande.

Nulle part, plus que dans le Bordelais, la collaboration, la bonne entente entre la propriété et le commerce est nécessaire et indispensable. On peut dire que leurs sorts sont intimement liés et que « pour le meilleur comme pour le pire », leurs prospérités sont solidaires.

Défense et avenir des vins de Bordeaux. — La loi de répression des fraudes du 1er août 1905, les décrets de délimitation, l'arrangement de Madrid, la loi sur les appellations d'origine servent à la défense des grands vins de Bordeaux. Falsifiés en France ou à l'étranger, les grands vins de la Gironde verraient bien vite leur réputation s'avilir. Concurrencés d'une manière déloyale par les vins produits à meilleur marché, en France ou ailleurs,

Digitized by Google

et qui emprunteraient leur dénomination, les vins du Bordelais, si coûteux à produire, perdraient bientôt leur place sur le marché, malgré leurs qualités exceptionnelles, parce qu'il y a plus de consommateurs que de connaisseurs. Le commerce des acquits à appellation d'origine, commerce frauduleux qui permet de vendre sous le nom de Bordeaux des vins récoltés ailleurs, peut aussi porter un coup redoutable au négoce comme à la propriété de la Gironde. En France, des mesures

FIG. 127. — Atelier de tonnellerie où sont préparés les fûts bordelais d'une grande maison de commerce.

nombreuses et sévères ont été prises : le commerce et la propriété se sont d'ailleurs organisés, ils se sont même groupés pour intervenir contre les fraudeurs.

C'est surtout la concurrence étrangère qui est à craindre. En premier lieu, les nations qui n'ont pas souscrit à l'arrangement de Madrid continuent à faire un emploi abusif du mot Bordeaux ; mais la fraude la plus redoutable consiste dans l'*imitation* souvent très habile et faite à grand renfort de produits chimiques, de sèves, de bouquets, d'aromes synthétiques, de nos grands crus du Sud-Ouest, accompagnée de l'imitation des bouteilles bordelaises, des étiquettes du Château et même de l'étampe du propriétaire !

C'est seulement lorsque le commerce bordelais sera garanti contre ces méfaits qu'il pourra reprendre sur le marché international la place qu'il occupait avant l'invasion phylloxérique, devant laquelle il a dû reculer d'abord par suite de la destruction du vignoble par l'insecte, qu'il n'a pu réoccuper parce qu'elle était indûment retenue par des vins faussement dénommés Bordeaux, et d'où il a dû encore s'éloigner, après la guerre, par suite de la prohibition américaine et de la disparition de la clientèle russe.

Lorsque le commerce se sera réinstallé dans ses positions, les conditions d'exploitation des grands crus redeviendront plus normales, les prix des grands vins seront en accord avec leurs qualités exceptionnelles. Il faut, pour cela, que la science économique et l'art du législateur fassent pour le commerce bordelais ce que la science agronomique et l'art du viticulteur ont fait pour le vignoble, plusieurs fois menacé de mort et qu'ils ont si bien sauvé.

P. MARSAIS,
Ingénieur agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Électricité

Production de radiations électromagnétiques d'extrêmement petites longueurs d'onde. — Il est bien connu que le domaine des radiations comprises entre l'extrême infra rouge (radiations de Rubens), et les plus courtes ondes électromagnétiques (radiations de Nichols et Tear, 1923) n'avait encore pu être comblé, malgré les efforts de plusieurs physiciens réputés. C'est ce qui fait l'intérêt exceptionnel des récentes expériences de Mme A. Glagolewa-Arkadiewa, du laboratoire magnétique de l'université de Moscou, dont est résultée la découverte d'un ensemble de radiations, qui non seulement complète la lacune si déplaisante à qui aime à retrouver dans les phénomènes naturels une élégante continuité, mais encore empiète largement de part et d'autre, par un procédé très simple et qui paraît susceptible d'une grande généralité d'emploi, sur les radiations éparses précédemment découvertes au prix de laborieux efforts.

Jusqu'à présent, pour obtenir des radiations électromagnétiques de très courte longueur d'onde, on avait recours à la méthode de l'oscillateur de Hertz, modifiée dans le sens d'une diminution croissante de la self-induction et de la capacité de l'oscillateur. Ceci conduisait à de très sérieuses difficultés, parce que la petitesse nécessaire des boules de l'oscillateur donnait lieu à leur usure rapide lors de son fonctionnement, de sorte que la puissance rayonnée et la longueur d'onde produite ne restaient pas constantes, et aussi parce que, à partir d'une certaine limite de dimensions, la longueur d'onde ne diminue plus que lentement lorsqu'on diminue les dimensions de l'oscillateur.

Ce qui caractérise le nouveau dispositif est une idée fort ingénieuse suggérée il y a dix ans par le renommé professeur Arkadiew, de l'Université de Moscou, et qui consiste, pour accroître la puissance rayonnée, tout en diminuant la longueur d'onde, à substituer à l'oscillateur simple de Hertz un grand nombre de très petits oscilla-

Digitized by Google

teurs. La construction d'un générateur d'ondes de ce modèle vient d'être terminée, et les premiers résultats obtenus sont déjà tout à fait remarquables et encourageants.

Dans ce dispositif, un récipient est rempli d'un mélange de limaille de laiton ou d'aluminium et d'huile minérale visqueuse. Ce mélange est constamment agité au moyen d'un agitateur mécanique, et se présente comme une pâte homogène analogue à de la bouillie, et qui constitue la *substance oscillante*. La substance oscillante est constamment prélevée par un petit volant vertical en rotation continue, formé d'une matière isolante, et qui trempe par sa jante dans la pâte. Celle-ci se répartit suivant la jante du volant, et y forme une sorte de bourrelet visqueux. Les fils reliés à une bobine d'induction aboutissent de part et d'autre de ce bourrelet, de telle sorte que la décharge traverse la substance oscillante qui le forme. En faisant fonctionner l'appareil, on obtient des radiations électromagnétiques de très courtes longueurs d'onde, ces dernières dépendant principalement de la grosseur des grains métalliques.

Pour déceler ces ondes, on s'est servi de divers types de thermo-éléments, la mesure des longueurs d'onde étant faite d'autre part par la méthode bien connue des miroirs de Boltzmann. Une analyse harmonique des courbes d'interférence obtenues dans diverses conditions expérimentales a indiqué l'existence de radiations aux longueurs d'onde suivantes : $\lambda = 50$; 48; 40; 24; 20; 13; 12; 8; 6,7; 6; 4,8; 4,4; 2,8; 2,6; 1,8; 1,2; 0,9; 0,8; 0,55; 0,45; 0,35; 0,30; 0,28; 0,225; 0,20; 0,18; 0,15; 0,129; 0,082 mm. Or, les radiations électromagnétiques de la plus petite longueur d'onde dues à Nichols et Tear en 1923 avaient une longueur d'onde de 2 mm., et les radiations infra-rouges de longueur d'onde maxima observées par Rubens et Baeyer en 1911 étaient caractérisées par $\lambda = 0{,}343$ mm. L'intervalle est donc bien comblé, et largement dépassé de part et d'autre. On peut dire que le spectre est maintenant exploré dans la totalité de son étendue, depuis les radiations ultra-X qui constituent les rayons du radium, jusqu'aux énormes longueurs d'onde de la télégraphie sans fil.

Une circonstance particulièrement intéressante est en outre que les ondes émises par ce radiateur possèdent une énergie considérable, qui se manifeste par la possibilité d'employer, pour les étudier, des appareils de mesure de sensibilité courante. Ces ondes résultent, en effet, des oscillations électriques indépendantes dont de très petits oscillateurs sont le siège, et non des harmoniques supérieurs, ne transportant qu'une très petite portion de l'énergie émise, des oscillateurs ordinaires employés dans les essais antérieurs. Cette source de radiation se rapproche, en somme, des sources de lumière infra-rouges ou lumineuses proprement dites : elle représente une curieuse transition entre l'oscillateur ordinaire de Hertz, et l'agrégat d'oscillateurs moléculaires ou atomiques d'un corps dont on a élevé la température. L. Brüninghaus.

Physique du Globe

Les Mistpœffers. — Sur les plages belges, sur certaines plages italiennes, dans le delta du Gange, sur d'autres côtes et à l'intérieur, sont perçus, dans certaines circonstances, des détonations mystérieuses, appelées *mistpœffers* en Belgique, *bronditi* en Italie, *Barisal guns* sur les rives du Gange.

Si M. Edmond Gillet, Professeur à l'Athénée Royal d'Ostende, qui a particulièrement étudié les mistpœffers (1) a pu établir, une fois, que ces phénomènes avaient pour origine des coups d'artillerie tirés à 75 kilomètres de la digue d'Ostende où il les entendit, le mystère subsiste dans tous les autres cas d'audition, particulièrement fréquents l'été, par mer calme, vent faible ou modéré, ciel clair avec brume à l'horizon.

M. Ed. Gillet hasarde une hypothèse : Les différences d'échauffement et de densité des diverses couches atmosphériques plus ou moins saturées de vapeur d'eau, différences qui expliquent les fameux « trous d'air » constatés par les aviateurs, ne pourraient-elles provoquer de violents courants aériens qui se précipiteraient vers les zones de moindre pression où elles produiraient des bruits analogues à ceux que l'on entend dans les cabinets de physique où l'on fait l'expérience du crève-vessie ?

D'autres auteurs pensent à des chocs provenant de décharges électriques, dont les éclairs resteraient invisibles pour les auditeurs, ce qui est plausible car, dans la brume, la portée des sons dépasse facilement celle de la lumière.

En Italie, où les bronditi ont fait l'objet d'une enquête scientifique, on croit plutôt à une origine sismique, mais les aires sismiques et les aires bronditiques ne coïncidant pas, on ne peut affirmer que partout et toujours les bronditi soient d'origine endogène. Le professeur Tito Alippi, directeur de l'Oservatoire météorologique et sismique d'Urbino, fait remarquer cependant qu'il serait étrange qu'un phénomène météorologique fût localisé, alors que des bruits souterrains, au contraire, peuvent être renforcés par des grottes ou des cavités faisant office de caisses de résonance, de sorte que les régions riches en cavernes seraient, par excellence, les régions bronditiques.

On ne peut être fixé sur l'origine des bruits mystérieux que par des observations simultanées à l'aide de microphones aériens et sous-marins installés en des points convenables. M. l'Ingénieur A. Flamache proposait en 1902 de choisir, par exemple, sur la côte belge, La Panne, Middelkerke, Ostende et Heyst. Les six équations (trois chronologiques et trois trigonométriques) que l'on pourrait ainsi poser permettraient de déterminer, les distances au centre d'émission, l'orientation de ce centre et, partant, la vitesse du son.

On pourrait ainsi savoir si l'agent de transmission est l'air ou l'eau.

Il est possible que les bruits mystérieux n'aient pas toujours la même origine. Certains phénomènes météorologiques concomitants semblent indiquer une origine aérienne, mais d'autres, tels que certaines secousses subies par les auditeurs, l'existence d'une zone de renforcement dans le chenal, profond de 32 mètres, qui existe, dans la mer du Nord, entre le Fairy Bank et le banc de Bergues, et que M. Van Mierlo, Ingénieur hydrographe, a signalée, porteraient à croire à une origine sous-marine.

La transmission des sons dans l'eau de mer, par temps calme, dans des régions éloignées de récifs, rochers et obstacles divers, s'opère, en effet, d'une manière très satisfaisante, comme nous l'avons constaté personnellement en cherchant à étudier la portée des cloches sous-marines destinées à guider les navigateurs en temps de brume. C'est ainsi que la cloche électrique sous-marine du feu-flottant mouillé à 17 kilomètres à l'ouest du cap de la Hève, cloche qui signale l'entrée du Port du Havre, s'en-

(1) Ed. Gillet, *Quelle est l'origine des Mistpœffers*, t VII (1924) des Mémoires de la Société belge d'Études Géologiques et Archéologiques.

Digitized by Google

tendait jusqu'aux abords de Barfleur, à plus de 70 kilomètres, à l'aide d'une microphone immergé. La côte belge paraît présenter, pour l'audition des sons de provenance sous-marine, des circonstances au moins aussi favorables que celles que l'on rencontre dans la Baie de Seine.

Il existe des cas où l'origine sismique paraît plus explicable que sur les côtes belges : ce sont les bruits que l'on entend dans les régions de dislocation évidente et qui précèdent et suivent les mouvements sismiques. Les détonations entendues, de 1905 à 1908, en Californie, le long de la grande faille, qui court parallèlement à la ligne des montagnes et à la côte, ont encadré le séisme de San Francisco dû au jeu de la faille en question.

L'organisation d'une série d'observations simultanées donnerait de nouvelles indications sur la transmission des sons dans l'air et dans l'eau aux grandes distances et pourrait avoir les plus heureux effets pour l'avancement de la Géophysique. Nous souhaitons donc vivement que le Gouvernement belge institue des expériences sur ses côtes, particulièrement bien placées pour des observations utiles.

Edmond Marcotte.

Chimie

La chimie des colloïdes. — A la Royal Society of Arts, à l'occasion de Conférences Cantor, E. K. Rideal, de Cambridge, a entretenu ses auditeurs des principaux caractères de la chimie des colloïdes (1).

C'est Thomas Graham qui le premier, en 1861, a distingué entre colloïdes et cristalloïdes. Il basait son critère sur la façon différente dont les unes et les autres substances se comportent vis-à-vis des membranes. Les membranes sont, en effet, imperméables aux solutions colloïdales, à l'inverse de ce qui se passe pour les autres solutions. La démarcation tracée par Graham a, aujourd'hui, perdu de sa rigueur. On a découvert que des colloïdes tels que l'or colloïdal sont constitués en réalité par des particules microcristallines. D'autre part, on a reconnu que toutes les particules, quelle que soit leur taille, obéissent, pour la diffusion, à la même loi thermodynamique.

Ce qui semble appartenir en propre aux systèmes colloïdaux, ce sont les phénomènes d'adsorption qu'ils manifestent, et sur lesquels l'étude de la tension superficielle nous fournit des données. La tension superficielle des liquides varie entre de larges limites. Elle n'est que de 2 pour l'hydrogène à —252°, s'élève à 76 pour l'eau à 0°, à 750 pour l'argent à 1060°, et dépasse 1500 pour le platine à 1770°. L'addition à l'eau, d'un acide gras, provoque un abaissement de la tension superficielle à la surface de séparation de l'air et du liquide; d'une façon générale, les substances qui accroissent la tension superficielle se meuvent depuis la surface jusqu'au sein de la solution. On fait aussi des évaluations dans le cas des solides, évaluations évidemment indirectes et qui, d'ailleurs, sont restées jusqu'ici assez peu fructueuses. Un solide absorbe des gaz ou des liquides si, de ce fait, l'énergie superficielle libre s'abaisse; par suite, l'adsorption a des effets sélectifs. Le gel de silice adsorbe du benzène d'un mélange de benzène et hydrogène ou gaz d'éclairage. Le charbon réagit de manière analogue; en général, il extrait les sels et les teintures des solutions; dans certains cas cependant, comme dans celui du nitrate de soude, c'est l'eau qu'il adsorbe sélectivement : on dit alors que l'adsorption est négative.

Lorsqu'on fait croître la concentration ou la pression gazeuse, l'adsorption, généralement, ne tarde pas à atteindre un maximum. On admet qu'à ce moment la substance adsorbée se répartit suivant une pellicule monomoléculaire, c'est-à-dire dont l'épaisseur se réduit à celle d'une molécule. Dans un film d'acide palmitique à la surface de l'eau, les molécules s'orientent : le groupe carboxyle flotte, et le reste de la chaîne moléculaire s'enfonce verticalement. En déterminant le poids d'acide saturant une surface d'eau mesurable, on calcule le nombre de molécules acides contenues dans le poids et le volume moléculaire. L'épaisseur de la pellicule n'est autre que la longueur d'une chaîne moléculaire; on connaît aussi la section transverse horizontale de la molécule. Les mesures récentes de N.-K. Adam à ce sujet ont trouvé leur confirmation dans l'examen aux rayons X. Ces recherches parviendront peut-être à nous éclairer sur le mécanisme de la catalyse, si l'on envisage que l'action des catalyseurs soit précisément de placer les molécules dans une orientation favorable à la réaction.

Rideal traite encore des sols, suspensions des solides dans les liquides, et des fumées, suspensions des liquides dans les gaz. Il arrive qu'en précipitant un liquide par un autre, on recueille, selon la rapidité de la manipulation et le degré des concentrations, soit des cristaux, soit des gelées visqueuses. Weimarn l'a démontré à propos du sulfate de baryte. Cet expérimentateur obtient à volonté soit des cristaux en précipitant avec une extrême lenteur des solutions très diluées, soit des gelées en opérant brusquement sur des solutions concentrées. Le chauffage, en diminuant l'énergie superficielle, favorise la formation de cristaux fins.

On produit aussi des suspensions au moyen d'arcs électriques par désagrégation des électrodes, dans des milieux liquides ou gazeux : telle est la préparation de l'argent colloïdal de Bredig. Les particules produites, animées de mouvements browniens, se choquent constamment. Leurs charges électriques dues, soit à leur mode de préparation, soit à la présence d'électrolytes ajoutés pour la stabilisation du colloïde, les empêchent de se réunir. Les agents peptisants, comme la gélatine, contrarient la coagulation en enrobant les particules. Selon leurs charges, les particules voyagent dans le sens du courant ou en sens opposé, c'est le phénomène d'osmose électrique ou cataphorèse.

Un liquide peut aussi former une émulsion au sein d'un autre. En agitant de l'huile avec de l'eau, on obtient, soit une émulsion d'huile dans l'eau, soit une émulsion d'eau dans l'huile, émulsions susceptibles de s'inverser mutuellement. Tandis qu'on stabilise l'émulsion d'huile dans l'eau par l'oléate de sodium (savon), on stabilise l'émulsion d'eau dans l'huile par l'oléate de calcium. Une émulsion peut se transformer en un gel plus ou moins élastique. On constate que les gels inclusent du liquide. Ceux des hydrates de certains métaux, cuivre, aluminium, fer, etc., se montrent particulièrement rigides; sous l'action de la chaleur, ils deviennent granulaires. On réalise ainsi une transition progressive de l'état liquide à l'état solide. S. V.

(1) Engineering, 8 février 1924.

Variétés

Une manifestation scientifique franco-espagnole à l'Institut. — Récemment, au palais de l'Institut, dans une réunion intime, organisée par M. Imbart de la Tour, de l'Académie des Sciences morales, Président du Comité de rapprochement franco-espagnol, et en présence de MM. le marquis de Faura, représentant l'ambassadeur d'Espagne, Chabas, Président de l'Institut, Widor et Walter, de l'Académie des Beaux-Arts, d'Eichthal et Teissier, de l'Académie des Sciences morales, Bouvier, Président.

Digitized by Google

Lacroix, Secrétaire perpétuel, Bazy, Kœnigs, Bigourdan, Fichot, Joubin, Gravier, Marchal, Membres de l'Académie des Sciences; Defrance, ancien Ambassadeur à Madrid, de la Brosse, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Frédéric Ledoux, Administrateur délégué de la Société de Penarroya, Porcher, Ingénieur en Chef du Chemin de fer de Tanger à Fez, Fourcade, membre et Marvaud, Secrétaire du Comité de rapprochement franco-espagnol; etc. M. Ch. Lallemand, Vice-Président de l'Académie des Sciences et Président de l'Union géodésique et géophysique internationale, a remis au professeur Odon de Buen, Directeur de l'Institut Océanographique d'Espagne, et Président de la Section Océanographique de l'Union internationale de Géophysique, la cravate de Commandeur de la Légion d'Honneur que le Gouvernement français vient de lui attribuer en témoignage d'estime pour le savant et de gratitude pour l'ami fidèle de notre pays.

Après quelques paroles de bienvenue de M. Imbart de la Tour, M. Ch. Lallemand, s'adressant au Professeur de Buen, a prononcé une courte allocution :

« De tous temps, a-t-il dit, l'étude de la mer a été en grand honneur dans votre pays. Au XIII[e] siècle, Raimundo Lulio écrivait un traité sur le régime des vents et sur les marées, attribuées déjà par lui à l'influence de la Lune. Ses travaux, et ceux d'autres savants espagnols sur les courants marins, devaient permettre, deux siècles plus tard, à Christophe Colomb, de découvrir l'Amérique, et à Sébastian el Cano d'effectuer, pour la première fois, le tour du monde.

« Vous vous êtes montré le digne héritier de cette haute tradition.

« De bonne heure vous entreprenez de grands voyages maritimes. Vous professez l'Histoire naturelle à l'Université de Barcelone, et vous devenez un hôte assidu pour le Laboratoire maritime créé à Banyuls, par votre intime ami, notre grand naturaliste Lacaze-Duthiers. Avec son concours, vous développez, entre les savants des deux pays, des relations chaque jour plus étroites et plus cordiales. Amenés par vous, de nombreux élèves viennent entreprendre, à Banyuls, des travaux originaux qui leur ouvriront ensuite l'accès des chaires professorales dans les Universités d'Espagne.

« Vous fondez aux Baléares, à Porto Py, un superbe laboratoire biologique, et vous en créez, plus tard, un autre à Malaga.

« Vous entreprenez une exploration méthodique de la côte méditerranéenne du Maroc.

« Dès la première heure, ami et collaborateur du prince Albert de Monaco, alors officier dans la Marine espagnole, vous devenez l'inséparable partenaire de ses campagnes océanographiques.

« Vous prenez une part active aux travaux de la Commission de la Méditerranée et vous exécutez une fort intéressante étude — océanographique et biologique à la fois — du Détroit de Gibraltar et de ses abords. Votre travail sur les migrations du thon est regardé comme un modèle.

« Bref, vos titres à l'estime universelle des biologistes sont tels que, l'automne dernier, à Madrid, leur vote unanime vous désigne pour occuper la Présidence de la Section d'Océanographie de l'Union Géodésique et Géophysique internationale, laissée vacante par la mort prématurée du Prince de Monaco.

« Mais, peut-être, le plus grand service rendu par vous à l'Espagne — celui, en tous cas, dont vous êtes sans doute le plus fier — est de lui avoir donné deux fils, qui marchent sur vos traces et promettent de devenir vos dignes successeurs.

« Fernando, qui continue vos belles recherches sur les poissons; Rafael, votre adjoint comme Sous-Directeur de l'Institut Océanographique de Madrid, auteur d'un remarquable travail sur les courants du détroit de Gibraltar, et dont nous espérons bien voir figurer le nom dans l'une de nos plus prochaines promotions académiques.

« Mais le temps me fait défaut pour rappeler, comme je le voudrais, tous vos titres à notre gratitude et à notre admiration.

« Je les résumerai en disant que, par vos œuvres personnelles, par votre heureuse influence sur le Roi et sur les pouvoirs publics de votre pays, vous avez largement contribué à développer en Espagne, les recherches biologiques et océanographiques et à resserrer les liens qui unissent les naturalistes des deux côtés des Pyrénées.

« C'en était assez pour justifier la fête intime à laquelle tant de vos amis de France ont tenu à prendre part aujourd'hui, pour vous témoigner leur estime et leur affection. »

S. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

Le rotor Flettner. — Depuis le temps que la force motrice du vent est utilisée pour faire progresser les navires, il semblerait que peu de choses puissent être tentées dans cette voie. Or, de fort curieuses expériences sont actuellement en cours à Kiel, expériences dont les premiers résultats viennent d'être publiés et qui semblent ouvrir un chemin tout nouveau dans l'utilisation des forces atmosphériques.

Les essais entrepris sont fondés sur un phénomène observé pour la première fois par Magnus il y a plus de soixante ans et dont l'intérêt aurait pu sembler d'ordre tout théorique : Soit un cylindre C immergé dans un fluide animé d'un mouvement normal à l'axe; ce cylindre éprouve une pression de la part du fluide, pression passant par l'axe de cylindre O et parallèle à la vitesse d'ensemble du fluide. Or, si on imprime à C un mouvement de rotation autour de son axe, on constate que non seulement la direction de la résultante des pressions se trouve modifiée, mais encore que *cette résultante elle-même est considérablement accrue.*

L'idée tout à fait originale de Flettner a été de réaliser ce phénomène sur une échelle vraiment « industrielle » : un navire porte, en guise de mâts, deux cylindres de 15 à 20 m de haut, de 2 m 50 à 3 m de diamètre. Ces cylindres en tôles d'acier de 1,5 mm d'épaisseur, sont montés sur roulement à billes, de sorte qu'un moteur de 10 chevaux suffit à leur imprimer une vitesse de rotation de 150 tours : minutes. Un calcul — peut-être sujet à caution, en raison de la méconnaissance des surfaces de discontinuité — montre que la poussée exercée par le vent est proportionnelle à la vitesse du vent et à la vitesse de rotation du cylindre; pour les dimensions actuelles, elle serait de l'ordre de 6 tonnes pour un vent de 10 m. sec. En fait un navire de 800 tonneaux muni de ce dispositif a pu atteindre une vitesse de 2,8 nœuds (5 km. : heure environ) pour une puissance dépensée de 10 chevaux.

Il sera évidemment fort instructif de suivre ces essais :

Digitized by Google

la tenue à la mer du navire à rotors, la robustesse des cylindres, les facilités de manœuvre sont autant de problèmes qui n'ont pas encore été abordés et dont l'importance est cependant évidente. Il n'en reste pas moins qu'au moment où la navigation à voiles semble décliner par suite surtout de la disparition progressive des équipages instruits, des dispositifs tels que celui que vient de proposer Flettner peuvent permettre de conserver des vaisseaux utilisant la force du vent et ainsi de prolonger un peu la durée des mines de charbon ou des sources de pétrole. A. F.

Industrie

L'industrie du charbon de bois. — Dans une conférence faite à la Société des Agriculteurs de France, M. Lafosse a montré la possibilité de fabriquer en France le charbon de bois nécessaire au fonctionnement des gazogènes des moteurs d'automobiles. La consommation française de charbon de bois, qui était en 1891 de 4.908.531 hectolitres, était tombée à 1.202.100 dès 1911; le prix du quintal qui était de 10 fr. 50 passait à 35 et 40 fr. Une voiture au charbon de 25 CV consomme 15 kilog. de charbon par 100 kilomètres.

Le Comité des forêts a établi que le petit bois carbonisé en meules donne par stère : 65 kilog. de charbon (3 hectolitres) : par distillation on aurait 84 kilog. Notre production annuelle de bois de feu serait de 18 millions de mètres cubes, elle est loin d'être utilisée. On pourrait produire 15 millions de quintaux de charbon de bois. Comme 15 kilogr. de charbon remplacent 20 litres d'essence, on voit que pour remplacer 6 millions d'hectolitres d'essence, il suffirait de 4 millions et demi de quintaux de charbon ou 5 millions en chiffres ronds. Cette consommation nouvelle, avec un maximum de 2 millions déjà utilisée, ne représente que la moitié de la puissance possible de production. L'étude des fours portatifs permet de prévoir une fabrication nouvelle. D'ailleurs, le bois semble devenir une matière première d'industrie de premier plan avec la préparation de la pâte à papier, de la cellulose pour la fabrication des textiles et des dérivés nitrés, pour la fabrication de l'alcool et des nombreux produits de la pyrogénation. Il y a donc à prévoir une résurrection de l'industrie du charbon de bois. La France produit 18 millions de mètres cubes de petits bois et seulement 7 millions de bois d'œuvre très demandé, alors que le petit bois ne l'était plus. A. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 9 mars, l'Académie a nommé deux membres correspondants :

1° Dans la section d'astronomie, M. Luc Picart (de Bordeaux), par 47 voix en remplacement de M. Stephan, décédé.

2° Dans la section d'économie rurale, Sir John Russell (d'Harpenden), par 45 voix en remplacement de M. Winogradsky, nommé associé étranger.

— M. Ch. Moureu a présenté le tome V des Tables annuelles de constantes et données de chimie, physique et technique. dont la publication est dirigée par un comité international, créé à la suite du 7e congrès international de chimie appliquée de 1909.

La France est représentée, dans ce comité, par MM. Fabry et Urbain ; M. Marie en est le secrétaire général. Le tome V embrasse toutes les données numériques parues dans tous les périodiques du monde entier de 1917 à 1922.

« Les tables annuelles de constantes et données numériques constituent un exemple particulièrement précis des résultats que peut fournir, dans un domaine scientifique important, l'organisation systématique de la coopération internationale. ».

— Dans la séance du 16 mars, M. H. Le Chatelier a fait hommage de son nouvel ouvrage « *Science et Industrie* ».

— M. René Kœhler, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, a été élu correspondant de la section d'anatomie et de zoologie par 51 voix.

Société de chimie physique. — Sont nommés membres du Bureau : Président, M. A. Job ; Vice-Président, M. A. Mayar ; Trésorier, M. J. Olmer ; Secrétaire-général, M. Marie ; Secrétaire-adjoint, M. Audubert. Les séances ont lieu à la Sorbonne (amph. de Physiologie), les 2e et 4e mercredis du mois, à 20 h. 1/2.

Congrès du charbon de bois. — La Compagnie d'Orléans a pris l'initiative d'un Congrès relatif au charbon de bois, qui se tiendra le 26 avril prochain au château de Blois. A cette occasion, on organise une exposition d'appareils de carbonisation pour véhicules automobiles à gazogènes et des produits dérivés du bois. Des expériences démonstratives sur la marche des véhicules alimentés au charbon de bois seront faites le 24 avril entre Blois et Romorantin.

Société des Ingénieurs civils de France. — Le Comité de la Société a décidé de nommer une Commission dite « Commission des Carburants synthétiques de remplacement » qui aura pour but :

De constituer une documentation précise sur cette importante question et de permettre aux inventeurs d'exposer les résultats pratiques ou scientifiques qu'ils attendent de leurs recherches.

Cette Commission, qui est présidée par M. Pérard, professeur de Chimie Industrielle à l'École Centrale, et qui a pour Rapporteur général M. Guiselin, est composée de MM. D. Berthelot, G. Claude, Charpy, Laubeuf, Membres de l'Institut ; MM. Barbet, Gall, Guillet, anciens Présidents de la Société ; MM. Crolard, Cuvelette, Moutier, Soreau, membres du Bureau de la Société des Ingénieurs Civils ; MM. Ch. Berthelot, Boyoud, Auclair, Boyer-Guillon, Brillié, Péridier, de Loisy, Carbonaro, Membres du Comité de la Société des Ingénieurs Civils ; MM. Laurain, Mariage, Lumet, Grebel, Ferrus, anciens membres du Comité de la Société des Ingénieurs Civils ; Le Grain, Bacqueyrisse, Métivier, Roszak, Gougis, membres de la Société des Ingénieurs Civils.

Elle a décidé de faire appel à tous les concours qui pourraient lui faciliter sa tâche. Après avoir pris connaissance des documents qui lui ont été remis par M. Makhonine, elle a exprimé le désir d'être mise à même de pouvoir faire un certain nombre d'expériences de contrôle de ce procédé.

La Commission a également entendu une très intéressante communication de M. le Directeur général, Patart, sur son nouveau procédé de fabrication d'alcool méthylique et d'hydrocarbures de synthèse. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Les créations et les vacances d'emplois de chargés de cours et maîtres de conférences rétribués sur les fonds d'Universités viennent d'être publiées, à titre d'avis officiel, au *Journal officiel* (*J. Off.*, 4 mars).

Union nationale des Associations d'étudiants.—Mme Hélène Paul Flat, veuve du directeur de la *Revue Bleue* et de la *Revue Scientifique*, vient de donner 500.000 fr. à l'Union nationale des Étudiants pour le sanatorium en construction sur le plateau des Petites Roches.

Digitized by Google

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenances de thèses.* — Pour le doctorat ès-sciences naturelles, le 16 mars, M. Paul Mathias, agrégé de l'Université : « Recherches expérimentales sur le cycle évolutif de quelques Trématodes »; le 30 mars, M. de Puymaly : « Recherches sur les Algues vertes aériennes ».

Pour le doctorat ès-sciences physiques, le 21 mars, M. Faillebin : « Hydrogénation d'aldéhydes et de cétones en présence de noir de platine ».

Faculté de Médecine. — M. Terrien, agrégé, est nommé titulaire de la chaire de clinique ophtalmologique en remplacement du professeur de Lapersonne, admis à la retraite.

Le titre de professeur, sans chaire, vient d'être conféré à M. Rouvière, agrégé.

— Un emploi de chargé de cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte vient d'être créé.

Faculté de Pharmacie. — La Faculté est autorisée à accepter le legs universel de M. Jean-Paul Pousson.

Muséum national d'histoire naturelle. — Le cours public sur les pêches et productions coloniales d'origine animale (Fondation du Ministère des Colonies) de M. le professeur A. Gruvel aura lieu du 19 mars à fin juin, les lundis et jeudis, à 17 h. 15 : « Sur l'Industrie des pêches en Algérie et en Tunisie », avec projections cinématographiques. (Amph. Cuvier, rue Cuvier, 57).

Conservatoire des Arts et Métiers. — La Commission sénatoriale de l'enseignement, présidée par M. Victor Bérard, est allé assister à certains cours du soir consacrés à l'enseignement technique; les amphithéâtres étaient bondés. L'enseignement supérieur des Universités n'a pas eu encore l'avantage de recevoir de pareilles visites.

Institut agronomique. — M. Ch. Deloncle, maître de conférences de pisciculture, est nommé professeur honoraire.

— L'Association amicale des anciens élèves a ainsi constitué son bureau pour 1925 : président, M. Saillard, directeur du laboratoire du comité central des fabricants de sucre de France; vice-présidents, MM. Vantroys, inspecteur des eaux et forêts, et Nottin, chef de travaux de technologie agricole à l'Institut national agronomique.

— Le 16 mars, M. Queuille, ministre de l'Agriculture, a inauguré la « Maison des ingénieurs agronomes » (5, quai Voltaire), nouveau siège social de l'Association.

Cours d'agriculture. — Le cours public et gratuit commencera au Jardin du Luxembourg, le mardi 31 mars, à 9 heures du matin. M. Sevalle continuera ses leçons les mardis et samedis, dans la salle du Rucher-école, bien connue des amateurs.

Université de Strasbourg. — M. Canuyt, chargé de cours, est nommé professeur d'otorhinolaryngologie.

Université de Bordeaux. — M. Dupont, professeur sans chaire, est nommé professeur titulaire de la chaire de Chimie minérale et de Chimie physique à la Faculté des Sciences.

Université de Lyon. — Le titre de professeur sans chaire est conféré à M. Locquin, maître de conférences de chimie, à la Faculté des Sciences.

— La Faculté des Sciences est autorisée à accepter la donation faite par M. l'abbé Gandoger de 3.000 fr. de rente qui devront être affectés à des prix annuels.

— La Faculté de médecine a inauguré, le 8 mars, les monuments élevés à deux de ses maîtres, les professeurs Jaboulay et Antonin Poncet.

Université de Grenoble. — Le directeur de l'Institut polytechnique de l'Université, M. Barbillion, a publié une notice sur la situation générale de l'Institut électrotechnique et sur son activité pendant l'année scolaire 1923-1924 ; le laboratoire d'Essais mécaniques et physiques des métaux, ainsi que celui de Physique et Chimie, ont été achevés ; on a constitué un atelier et des collections de technologie ; on projette l'achèvement des laboratoires de l'École de Papeterie et celui des recherches à Haute Tension.

Au 15 novembre 1924, le nombre total des Élèves était de 680. Les promotions de 1924 comportent 271 élèves diplômés Ingénieurs-électriciens, 57 conducteurs-électriciens ; 16 Ingénieurs papetiers. Le laboratoire d'essais a procédé à 1.983 essais et 1.921 opérations de contrôle, qui ont rapporté 27.602 fr. 70 d'honoraires.

Écoles de santé de la marine. — En octobre 1925, seront ouverts des concours pour les postes suivants : professeur de seméiologie et petite chirurgie à l'École de Toulon ; de physique biologique aux Écoles de Brest et de Rochefort ; prosecteur aux écoles de Brest, Rochefort et Toulon.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 23 février 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Georges Giraud.* — **Sur le problème de Dirichlet généralisé : équations non linéaires à m variables.**

— *Gaston Julia* — **Séries de fractions rationnelles d'itération.**

— *N. Abramesco* (transm. par M. Appell). — **Sur les courbes de convergence des séries procédant suivant les inverses des polynomes donnés.**

— *Léon Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur le théorème d'existence des solutions des équations intégro-différentielles linéaires aux dérivées partielles.**

— *Georges Valiron* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une fonction entière d'ordre nul qui est solution d'une équation différentielle algébrique.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Ferrier et L. Besnerais* (transm. par M. Paul Painlevé). — **Une loi nouvelle de l'électromagnétisme.**

ASTRONOMIE. — *Jarry-Desloges* (prés. par M. Bigourdan). — **Contribution à l'étude des phénomènes de la surface de la Lune.**

Autour des petits cratères lunaires, on perçoit de petites auréoles claires dont les diamètres varient au cours de la lunaison et au cours du jour lunaire. Ces variations ne se produisent pas partout de la même façon, et leur étude apparaît comme primordiale pour nos connaissances du sol lunaire.

ÉLECTRICITÉ. — *B. Szilard* (prés. par M. Cotton). — **Sur une méthode de comparaison permettant la mesure de courants extrêmement faibles.**

Le dispositif employé permet de mesurer des courants de l'ordre de 10^{-5} U. E. S. ; on se sert d'un double condensateur à armature centrale commune, les deux autres armatures étant réunies respectivement aux pôles d'une batterie, dont l'un est mis au sol. On détermine, avec une substance radioactive, la production d'un courant d'ionisation entre les armatures de chacun des condensateurs. Lorsque les courants sont égaux, l'armature commune garde un potentiel constant. Les variations de ce potentiel permettent de mesurer des variations d'intensité de courant de l'ordre de grandeur indiqué plus haut.

OPTIQUE. — *Francois Liana* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la transparence des verres dans l'infra-rouge.**

Le flint D /262 de la maison Para-Mantois, sous une épaisseur de 15 m/m 6, laisse passer plus de 90 % des radiations

Digitized by Google

de longueurs d'onde inférieures à 2μ14 ; la transparence diminue ensuite et devient nulle pour des longueurs d'onde supérieures à 3μ19. Ces verres pourront servir à l'observation de la répartition de l'énergie solaire dans les différentes parties du spectre, entreprise par M. Gorczinski.

GÉOPHYSIQUE. — *Jean Lugeon* (transm. par M. G. Ferrié). — **Relations entre diverses discontinuités météorologiques et les oscillations hertziennes parasites au voisinage des chaînes de montagnes.**

L'intensité, la fréquence, la nature et la direction des parasites varient avec l'altitude ; cette variation grandit avec le refroidissement, elle diminue avec le réchauffement, elle est le plus accentuée au voisinage du sol. On peut penser que les parasites ont pour origine la condensation de la vapeur d'eau au voisinage des surfaces de discontinuité dans l'atmosphère (front polaire et pseudo-front, etc...)

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Petit Jean* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur une discontinuité stationnaire en Méditerranée occidentale.**

La surface de discontinuité est ondulée, elle se compose d'une succession de fronts chauds et fronts froids, répartis suivant la prédominance locale du courant tropical et du courant polaire. Pendant l'hiver, elle est reportée en altitude ; il y a « occlusion », suivant l'expression de MM. J. Bjerknes et Solberg, et la succession des nuages présente des particularités que l'auteur énumère. R. Dongier.

THERMOCHIMIE. — *Ch. Moureu.* — **Destruction de la bombe calorimétrique de Berthelot. Son remplacement par une bombe d'un type nouveau.**

La bombe de 1885 ayant fait explosion en 1918 au cours d'expériences pendant la guerre, l'auteur, avec le concours de l'un des héritiers de la pensée du Maître, M. Landrieu, en a fait construire une autre, dont le diamètre d'ouverture est plus petit et dont la tête au lieu d'être ajustée à frottement, est serrée, avec joint de plomb et collerette. On a pu ainsi diminuer notablement le poids de platine pour le revêtement intérieur fermé de 3 feuilles, une de 0 m/m 2 et deux de 0 m/m 4 laminées ensemble (128 gr. au lieu de 1.300 gr.).

PHYSICOCHIMIE. — *N. Perrakis* (prés. par M. A. Haller). — **Le quotient Trouton au zéro absolu.**

Le quotient $\frac{L}{T}$ (L chal. de vaporisation à la température absolue T d'ébullition) a les dimensions d'une entropie. C'est l'entropie au point d'ébullition. Il s'ensuit que ce quotient tend vers une limite finie quand T tend vers O. Il varie en fonction de la température suivant l'expression :

$$\frac{L}{T} = S = \Phi(T) = S_0 e^{\alpha T^m}$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Francis Perrin* (prés. par M. J. Perrin). — **Théorie de la fluorescence polarisée (influence de la viscosité).**

— La partie active de la molécule fluorescente est par hypothèse un oscillateur circulaire (orbite électronique). Dans ce cas, le taux de polarisation doit être une fonction homographique de la viscosité croissant de 0 à 1/4, quand la viscosité croit de 0 à l'infini. Avec l'érythrosine en solution dans divers alcools de viscosité variable, il y a accord, alors qu'avec la glycérine, la proportion de la polarisation dépasse 1/4, comme si la glycérine modifiait l'oscillation.

— *F. Vlès* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la mesure spectrophotométrique du Ph.**

En 1922, l'auteur avait déjà utilisé cette mesure du Ph. En cherchant une relation d'application pratique entre les rapports des absorptions des divers composants spectraux d'un indicateur et l'équilibre de ceux-ci en fonction du Ph, on arrive à une mesure indépendante de la concentration de cet indicateur.

ÉLECTROCHIMIE. — *Athanastu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la sensibilité des actinomètres à électrodes de mercure.**

L'électrolyte est l'acide sulfurique à 10 % ; la sensibilité grandit pour les grandes longueurs d'onde quand le poids atomique de l'halogène combiné au mercure augmente. Aussi Cl^2Hg^2 et Br^2Hg^2 ne sont-ils sensibles que pour les radiations ultra-violettes qui rendent ces composés fluorescents.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Wahl et Th. Faivret* (prés. par M. A. Haller). — **Sur les dérivés de la méthyl-7-isatine.**

Comme l'isatine, la méthylisatine réagit avec l'oxindol pour donner la méthylindigotine soluble dans l'acide sulfurique. La solution précipite par ClNa en donnant des cristaux rouges de méthyl-7-isoindigotine disulfonate des sodium.

De même qu'on a obtenu l'indirubine avec l'isatine, on obtient, avec la méthylisatine, la méthyl-7-indirubine dont le dérivé bromé est de violet helindone employé comme colorant de cuve. A. Rigaut.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Jovan Cvijic* (prés. par M. Pierre Termier). — **Types morphologiques des terrains calcaires. Le Holokarst.**

L'auteur distingue deux groupes de régions calcaires : d'un côté, les régions offrant tous les phénomènes caractéristiques du Karst, le Karst complet ou *Holokarst* ; de l'autre, les régions où ces phénomènes sont imparfaitement développés, le Karst imparfait ou *Merokarst* ; un troisième groupe comprend les types de transition, offrant deux branches principales, le *type des Causses* et le *type karstique du Jura*.

Le meilleur exemple de Karst complet est offert par la région dinarique et par le Karst du Péloponèse, en Grèce. C'est dans le Holokarst dinarique que toutes les formes et tous les phénomènes hydrographiques sont les mieux développés sur la terre.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *A. Grandsire* (prés. par M. L. Guignard). — **Structure et chimisme dans la betterave.**

La composition est variable à l'intérieur d'une même racine, en dépit de l'uniformité de la pression osmotique : les faisceaux sont plus riches que le conjonctif en sucre total ; les sels minéraux, au contraire, prédominent dans le parenchyme. Le parenchyme contient deux fois plus de sucre réducteur que les faisceaux. Les ferments oxydants sont localisés de préférence dans les faisceaux. Une analyse ne peut donc inspirer confiance que si la prise d'essai porte sur l'ensemble des régions anatomiques.

PHYSIOLOGIE. — *Henri-Jean Frossard* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la génération de la voix.**

Si les distributeurs (anciennes cordes vocales inférieures), sont détruits seuls et les limitateurs (anciennes cordes supérieures) conservés, il peut encore se produire des sons mais inarticulés. Si les limitateurs sont supprimés et les distributeurs conservés, comme dans certaines ulcérations tuberculeuses ou syphilitiques, le malade peut chuchoter mais il ne peut plus parler à haute voix.

Mais si les deux systèmes sont enlevés et que le tissu cicatriciel rétablisse la connexion thyro-aryténoïdienne, les ventricules étant intacts, la voix survit à cette ablation.

PHARMACODYNAMIE. — *H. Violle* et *L. de Saint-Rat* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Des propriétés hémostatiques de la pectine.**

La pectine jouit de propriétés hémostatiques prononcées. A elle seule, elle est absolument atoxique ; il en est de même

Digitized by Google

de la pectase. Mais l'inoculation successive d'une solution de pectine et d'une solution de pectase provoque la mort.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ed. Bayle* et *René Fabre* (prés. par M. Guignard). — **Étude de l'élimination urinaire des alcaloïdes dérivés de l'isoquinoléine et en particulier de l'hydrastine.**

L'étude du sort, dans l'organisme, des alcaloïdes dérivés de l'isoquiléine présente de l'intérêt en raison de la recherche toxicologique des alcaloïdes secondaires de l'opium, tels que la narcotine. Comme l'on connaît fort peu de réactions bien spécifiques de la narcotine, les auteurs ont effectué des recherches préliminaires sur un alcaloïde très voisin, l'hydrastine, qui n'en diffère que par un groupe (OCH^3). Ils ont pu constater que 3 % de l'alcaloïde absorbé sous forme d'extrait fluide s'éliminent par les urines.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *E. Fauré-Frémiet* et *Boris Ephrussi* (prés. par M. Henneguy). — **Action de la température sur le mouvement de translation de l'*Arcella vulgaris* Ehrenberg.**

Le mouvement de glissement présenté par des cellules amiboïdes ne peut être caractérisé par un coefficient de température, les valeurs de Q_{10} (accroissement de vitesse pour un intervalle de 10°, tel que $Q_{10}=2$ entre 27° et 42°) pouvant varier avec chaque individu étudié. Si d'ailleurs on adopte le schéma proposé par Tait, il n'est pas nécessaire de supposer que ce mouvement, dont la complexité est encore mal définie, soit directement proportionnel à la vitesse d'une réaction chimique intracellulaire dont le coefficient de température se trouverait avoir une valeur voisine de 2.

ZOOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. F. Mesnil). — **La squelettisation des nématocystes des Cœlentérés.**

Le nématocyste des Cœlentérés a primitivement, comme celui du *Polykrikos*, une paroi simple (*propria*) qui se squelettise par dépôt de substance chitinoïde sur les parois internes de la vacuole. Chez les Cœlentérés, le protoplasme sécrète autour de la *propria* une coque (*sclera*) confondue optiquement avec la première et capable de grandir. La paroi capsulaire définitive est finalement imperméable à l'eau. Le cnidocyste parfait du *Polykrikos* correspond rigoureusement aux nématocystes immatures des Cœlentérés.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (prés. par M. Lindet). — **Sur un nouveau processus du métabolisme des graisses de réserve. Butyrisation en dehors de la mamelle.**

La présence de trimyristine dans les graisses pathologiques est l'indice d'une désintégration profonde de la molécule grasse; elle fait prévoir l'existence d'autres glycérides inférieurs, comme on en rencontre dans le lait. La coexistence de ces glycérides inférieurs caractérise la *butyrisation*. Cette butyrisation débute très vite dans les lésions inflammatoires aiguës.

MÉDECINE. — *E. Marchoux* (prés. par M. Roux). — **Action de l'arsenic sur le paludisme à *P. Vivax*.**

Quelle que soit la forme employée du stovarsol ou le mode d'administration, le *Plasmodium vivax* disparaît rapidement; les deux autres hématozoaires, *P. malariæ* et *P. falciparum* ne sont pas touchés. C'est une preuve de plus en faveur de la pluralité de ces germes qui ne doivent pas être regardés comme trois variétés de la même espèce, mais comme trois espèces distinctes.

Le *P. vivax* est le seul qui provoque une hypertrophie notable de la rate. En sorte que le stovarsol est indiqué chaque fois que cet organe est perceptible à la palpation.

P. GUÉRIN.

Séance du 2 mars 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R.-H. Germay.* — **Sur une méthode d'intégration par approximations successives des systèmes d'équations aux dérivées partielles de forme résolue.**

— *Mandelbroit* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Sur le prolongement analytique des fonctions monogènes au sens de Cauchy en fonctions isogènes au sens de M. Volterra.**

— *René Lagrange* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les intégrales quadratiques des équations de la mécanique.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *St. Kempisty* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les limites approximatives (asymptotiques).**

— *Karald Bohr* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les fonctions presque périodiques d'une variable complexe.**

GÉOMÉTRIE. — *G. Hœnigs.* — **Équations différentielles des mouvements à deux paramètres doublement décomposables.**

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* — **La photographie des étoiles en plein jour.**

Cette étude a pour objet de rechercher les meilleures conditions d'observations pour la photographie en plein jour. On observe, en des stations de basse et de haute altitude, à travers un verre rouge, simultanément le ciel et l'image d'un filament de lampe à incandescence d'intensité, rendue variable au moyen d'un coin photométrique d'absorption variable.

— *Salet* (prés. par M. Baillaud). — **Sur l'indépendance de la vitesse de la lumière et de celle de la source lumineuse.**

L'observation des variations d'éclat de l'étoile Algol permet de conclure que « si la vitesse de la lumière est altérée par la vitesse propre de la source, c'est dans une mesure si faible que l'effet en est insensible jusqu'aux dernières étoiles à variation discontinue dont on peut mesurer l'éclat. »

— *Comas Solà* (prés. par M. B. Baillaud). — **Sur le mouvement du Soleil.**

Quand il s'agit d'observer le mouvement propre des étoiles, il faut adopter des axes dépourvus de mouvement rotation. L'auteur propose de prendre pour origine le centre du Soleil, et de repérer un écliptique et une direction normale au moyen de points les plus lointains possible, tels que les amas globulaires d'étoiles, ou encore, les nébuleuses spirales.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E. Delcambre, Ph. Wehrlé* et *L. Gouton* (prés. par M. Hamy). — **Sur la variabilité des réfractions astronomiques réelles.**

Le calcul de la réfraction atmosphérique, au moyen des données recueillies dans deux sondages de Lindenberg (27 avril 1909 et 3 janvier 1911) met en évidence des variabilités qui passent de $\frac{5}{100}$ de seconde à $\frac{19}{100}$ de seconde lorsque la distance zénithale s'élève de 30 grades à 60 grades. Or, ces chiffres sont obtenus dans le cas de couches d'égale densité, concentriques au globe terrestre. Les irrégularités qui existent naturellement entraînent des écarts supérieurs à ces chiffres.

ÉLECTRICITÉ. — *E. Henriot et R. Moens* (transm. par M. Villard). — **Action de la lumière sur le phénomène thermionique.**

L'éclairement du filament de tungstène d'une lampe à trois électrodes, par une lampe à arc élève sa température, ce qui se traduit par une augmentation du courant filament-plaque. Ainsi, les auteurs ont pu démontrer que le son produit dans un téléphone, branché dans le circuit filament-plaque, lorsqu'on fait subir à la source chauffante des interruptions rapides, n'est pas dû à un phénomène photo-électrique.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — C.-G. *Bedreag* (prés. par M. M. de Broglie). — **Système physique des éléments.**

La configuration électronique du système atomique

Digitized by Google

peut se modifier, soit par le passage d'une électron d'une couche à l'autre, soit par expulsion d'un électron. Pour un même élément, il peut exister des configurations électroniques différentes correspondant à des propriétés différentes et à plusieurs degrés d'affinité ou plusieurs valences. Ces considérations sont confirmées expérimentalement par les propriétés magnétiques des éléments (Weiss, Cabrera), par les discontinuités d'absorption observées avec le Soufre, le Phosphore, le Chlore.

PHYSIQUE. — *F. Holweck* (prés. par M. Jean Perrin). — **Mesures précises de fréquences spectrales dans le domaine des radiations comprises entre la lumière et les rayons X (Discontinuités L_{III} de Cl, S, P, Si, Al).**

On trace la courbe $i=f(V)$ du courant d'ionisation en fonction de la différence de potentiel V sous laquelle les rayons X sont produits ; cette courbe présente une discontinuité lorsque V atteint une valeur égale à un des potentiels critiques du gaz étudié. Les observations ont été faites sur les hydrures de ces éléments. Les points se placent très bien sur un diagramme de Moseley construit à grande échelle.

OCÉANOGRAPHIE. — *Alphonse Berget* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur un réfractomètre marin à double déviation.**

L'organe essentiel est composé de deux prismes creux en verre de sections carrées, de dimensions différentes ; le plus petit est placé à l'intérieur du plus grand de manière que leurs faces aient entre elles des angles de 45°. Le petit prisme contient le liquide à observer (eau de mer), le grand prisme, le liquide étalon. Le système des deux prismes étant placé entre un collimateur et une lunette munie d'un micromètre, la distance des images grandit avec la différence des indices des deux liquides ; ces indices peuvent ainsi être comparés avec une approximation de la cinquième décimale.

— *A. Gruvel* (prés. par M. L. Joubin). — **Remarques sur la courbe de salinité des eaux de la côte occidentale du Maroc.**

L'auteur a observé que sur les côtes du Maroc, la salinité décroît en même temps que la profondeur et que la température. Ce fait est intéressant à signaler puisque, d'une manière générale, elle croît avec la profondeur au moins dans les couches superficielles. R. DONGIER.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *J. Salauze* (transm. par M. Sabatier). — **Électrolyse des acétates alcalins en dissolution dans l'alcool méthylique.**

Les phénomènes d'oxydation sont évités et on peut opérer en présence d'acide acétique qui ne diminue pas le rendement en éthane ; celui-ci atteint 95 % alors qu'en milieu aqueux il n'est que de 85. Il se produit en même temps une proportion de 5 % d'acétate de méthyle.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la magnéto-chimie des polymères.**

L'analyse magnétique a apporté des vues nouvelles sur la nature des polymères insolubles et colloïdaux, tels que les polymétaphosphates. Tout accroissement de la complexité saline correspondant à un édifice électronique possédant une symétrie de plus en plus élevée se traduit par une diminution, parfois considérable, du paramagnétisme.

— *A. Bigot* (prés. par M. A. Haller). — **Argiles, Kaolins, Silices légères, densité, porosité, gaz occlus.**

Des mesures de la densité apparente et absolue permettent de déterminer la porosité volumétrique. La proportion des gaz occlus dans les argiles diminue quand la plasticité colloïdale augmente. La silice de Ouillis, dont la densité apparente est 0,160 avec 93,11 % d'air occlus, possède une masse spécifique de 2,32 lorsque l'air a été extrait par le vide.

— *B. Cabrera* (prés. par M. J. Perrin). **Les terres rares et la question du magnéton.**

Les mesures de la constante de Curie permettent de calculer le nombre de magnétons de Weiss et l'on trouve des nombres entiers, excepté pour le samarium dont le diamagnétisme est appréciable : après corrections, on obtiendrait 8 magnétons.

CHIMIE ORGANIQUE. — *H. Wuyts.* — **Méthode générale de préparation des éthers-oxydes.**

En réponse à une note de M. Senderens, l'auteur examine la question de la formation des éthers-oxydes, basée sur l'emploi de petites quantités d'acide sulfurique avec élimination d'eau sous forme de mélanges azéotropiques, au moyen de l'alcool et de l'éther, étude déjà entreprise par lui en 1920 (*Bull. Soc. chim. Belgique*).

— *L. J. Simon.* — **Rapports de la structure avec l'oxydation.**

La combustion sulfochromique a révélé des différences dans la structure des composés ; ainsi, la présence d'une CH^3 ou d'un CH^2 entraîne un déficit d'oxydation. C'est ce que met en évidence le tableau des résultats obtenus, en particulier dans le cas des polyacides.

— *Lespieau et O. Prévost* (prés. par M. Haller). — **Sur le diacétylène.**

On traite les tétrabromures d'érythrène (butadiène) par la quantité théorique de Na dissous dans l'alcool à 95°. On isole le dibromure.

$$CH^2 = C\,Br - C\,Br = C\,H^2,$$

liquide qui se solidifie en se polymérisant. L'attaque des tétrabromures d'érythrène par la potasse alcoolique a donné un liquide bouillant vers 10° dont la densité et la réfraction moléculaire ont été déterminées ; c'est le diacétylène de Bœyer $CH \equiv C - C \equiv CH$. A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *R. Fric* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la présence de méthane dans divers dégagements gazeux observés dans la Limagne d'Auvergne.**

Cette présence de méthane, que l'on rencontre également dans les gaz naturels des champs de pétrole, aux États-Unis et à Pechelbronn par exemple, est intéressante à rapprocher de l'existence de carbures pétrolifères dans le sous-sol de la Limagne.

BOTANIQUE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). — **Homologies foliaires chez la Violette odorante : Feuilles végétatives, préfeuilles et bractées.**

Feuilles végétatives, préfeuilles et bractées sont, chez la Violette odorante, des organes homologues : leurs différences morphologiques et anatomiques tiennent essentiellement aux variations de l'importance r lative prise par la base foliaire et par les trois lobes primordieux (pétio-limbaire et stipulaires) qui la surmontent.

— *Henri Coupin* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur les peroxydases dans les graines sèches.**

Les peroxydases se montrent très abondantes, sinon chez toutes, du moins chez la plupart des graines sèches où il est facile de constater leur présence par le réactif benzidine-eau oxygénée. Suivant les cas considérés, on les observe dans l'assise protéique (graminées), dans l'embryon, dans les cotylédons ou dans l'albumen. Elles sont prêtes à entrer en jeu au moment de la germination.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — M^lle^ *G. Bonne* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la présence de liber interne chez quelques Rosacées.**

La présence d'îlots libériens périmédullaires dans le pédoncule des *Sorbaria Sorbifolia* et *Chamæbatiaria millefolium* constitue un argument de plus en faveur de la séparation des genres de la tribu des *Gilléniées*. Il s'agit, d'après l'auteur, de véritables faisceaux libéro-ligneux à bois très réduit, et le fait qu'ils s'unissent plus haut aux faisceaux placentaires permet de les comprendre dans les traces des carpelles. Une disposition analogue se retrouve chez l'*Exochorda grandiflora*.

En ce qui concerne l'origine des Rosacés à ovaire adhérent, M^lle^ Bonne est d'avis que c'est le genre *Kageneckia*

Digitized by Google

qui, possédant des ovales horizontaux comme *Cydonia*, présenterait les caractères de passage les plus prononcés vers les *Pirées*, en raison des traces carpellaires visibles dans son pédoncule.

PHYSIOLOGIE. — *Lisbonne* (prés. par M. Roux). — **Sur l'activation du suc pancréatique par acidification.**

L'acidification du suc pancréatique entraîne la transformation du trypsinogène en trypsine. Avec des solutions normales d'acides forts (ac. chlorhydrique, ac. azotique), la dose activante est comprise dans des limites très étroites. Il est permis de penser que c'est en agissant *directement* sur le trypsinogène que l'acide en libère le trypsive active.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Jean Saidman* (prés. par M. M. de Broglie). — **L'effet photo-électrique produit par les rayons ultraviolets chez l'homme.**

Il existe, à l'état normal, chez l'homme, une déperdition d'électricité négative, à la lumière du jour. Si l'on éclaire le sujet avec une lampe demi-watt 2.000 bougies à lumière blanche, la déperdition n'augmente pas sensiblement. Si l'on soumet le sujet à l'action des rayons ultra-violets, il se produit une décharge rapide. Il existe donc chez l'homme un véritable effet photo-électrique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Dognon* (prés. par M. J. Perrin). — **Action biologique sur l'œuf d'*Ascaris* de rayons X monochromatiques de différentes longueurs d'onde.**

A énergie absorbée égale, la proportion d'embryons lésé est toujours plus considérable avec les λ extrêmes qu'avec la longueur d'onde moyenne, quelle que soit la valeur absolue de l'intensité.

L'action biologique passe par un minimum entre $\lambda = 1{,}54$ et $\lambda = 0{,}22$ U. A. La divergence existant entre ce résultat et les résultats des auteurs antérieurs pourrait s'expliquer, en outre de la différence des méthodes, soit par l'existence d'un autre minimum encore hypothétique dans une région de plus courte longueur d'onde, soit par la différence d'action possible entre une radiation complexe et une radiation homogène.

PROTISTOLOGIE. — *Pierre P. Grassé* (prés. par M. Henneguy). — **Kystes de *Prowazekella* et *Blastocystis*.**

Le *Blastocystis* est un Protiste autonome, sans rapports avec les Flagellés parasites et à mode de reproduction spéciale. Il est difficile de préciser sa nature ; provisoirement on peut entrer dans les vues d'Alexeieff qui le range parmi les Blastomycètes.

Quant aux kystes de multiplication trouvés dans le rectum du Gecko, ils représentent des stades évolutifs d'un Flagellé du genre *Prowazekella* que l'auteur considère comme une espèce particulière qu'il appelle *Priwazekila tarentolæ*.

PARASITOLOGIE. — *A. Henry* et *Ch. Leblois* (prés. par M. E. Leclainche). — **Essai de classification des coccidies disporocystées tétrazoïques.**

D'après cette classification, la famille des *Diplosporidæ* comprendrait : en premier lieu, les Coccidies à 2 sporocystes inéquipolaires (piriformes), avec les genres *Isospora* Schneider, *Diplospora* Labbé ; en second lieu, les Coccidies à 2 sporocystes équipolaires (sphériques ou ellipsoïdes), avec les genres *Lucetina* n. g., *Hyaloklossia* Labbé.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *H. Penau et H. Simonnet* (prés. par M. E. Leclainche). — **Traitement insulinien prolongé et survie du chien dépancréaté.**

Il s'agit d'une chienne ayant subi, le 24 janvier 1924, l'ablation totale du pancréas en un seul temps. La survie, depuis le moment où l'ablation totale a été pratiquée, dépasse donc treize mois. On a pu augmenter, dans une très forte proportion, la quantité de saccharose ingéré (jusqu'à 180 gr. par jour) sans accroître cependant notablement la quantité d'insuline (10 unités physiologiques par jour) et faire ainsi gagner à l'animal plus de 1 kil. sur son poids initial.

En somme, l'administration prolongée d'insuline et à des doses élevées, n'a pas, pour une période d'une année au moins, d'effets nocifs. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'Espace, la Relation et la Position. — Essais sur le fondement de la Géométrie par le vicomte de GUËLL. In-4° de 140 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 25 fr.

L'auteur se propose, dans ce livre, « de rétablir la clarté, la pureté des fondements idéaux qui servent de base à la géométrie. Les notions premières de cette science, les sources intellectuelles d'où jaillissent les théorèmes géométriques s'offrent à nous, aujourd'hui, dans un état lamentable de confusion et d'obscurité. » S'adressant au grand public, M. de Guëll propose donc un système de notions, susceptible « de remplacer avantageusement le complexe traditionnel des éléments d'Euclide ». L'intérêt de l'ouvrage est celui qui s'attache aux discussions sur la priorité qu'il convient d'assigner à tel ou tel concept fondamental, intérêt qui s'accroît ici du talent d'écrivain de l'auteur et du charme de son érudition philosophico-géométrique. G. BOULIGAND.

Traité élémentaire de physiologie, par E. GLEY, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France. 6e *édition*, Tome I. In-8° de 516 pages avec 162 figures. Baillière et Fils, éditeurs, Paris. — Prix de l'ouvrage complet : 60 fr.

Cet excellent traité est trop connu des lecteurs de la *Revue Scientifique* pour qu'il soit utile de leur rappeler les nombreux motifs de son succès persistant, aussi bien parmi les étudiants qu'auprès des travailleurs de nos laboratoires. Mais nous tenons cependant à leur signaler cette nouvelle édition en raison des nombreuses additions et des heureuses modifications qui y ont été introduites par l'auteur, toujours soucieux de ne donner qu'un exposé parfaitement au courant des plus récentes acquisitions de la science.

Le plan même sur lequel a été rédigé cet ouvrage laissait prévoir son importance didactique. En effet, M. Gley, dès la première édition, s'est efforcé de présenter la physiologie non comme une science faite, mais comme un ensemble de connaissances en plein développement, en incessante évolution. Si rapprochées qu'aient été les diverses éditions de ce traité, dans chacune d'elles, un édifice « achevé et solidement bâti » a persisté, tandis que de l'une à l'autre ont disparu bien des données provisoires, des hypothèses, des discussions doctrinales, qui ont fait place à des faits mieux établis et à des théories moins fragiles, en laissant apparaître de nouveaux problèmes.

L'auteur a dû remanier sans cesse son œuvre ; cela lui a certes donné beaucoup de peine, mais il a dû s'en trouver bien récompensé par la satisfaction d'avoir écrit pour les étudiants un livre vraiment capable d'éveiller des vocations physiologiques.

Cette sixième édition a donc été, comme les précédentes, entièrement revue et mise à jour, particulièrement en

Digitized by Google

ce qui concerne la composition chimique des organismes, le sang, la circulation, la pression artérielle, l'innervation des vaisseaux, la respiration, les sécrétions internes, le métabolisme et le système nerveux central. Le tome I est consacré aux généralités, à la physiologie cellulaire et à l'étude de la digestion, de l'absorption, de la circulation et de la respiration ; il précède de peu le Tome II de ce Traité qui continuera à rendre les plus grands services non seulement aux étudiants, mais également à tous les chercheurs des laboratoires biologiques ou biochimiques. A. BERTHELOT.

Psychologie collective et analyse du moi, par le Dr S. FREUD, professeur à la Faculté de Médecine de Vienne. Traduit de l'allemand avec l'autorisation de l'auteur par le Dr S. JANKELEVITCH. In-8° de 115 pages.. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Ce nouvel ouvrage de Freud n'est pas fait pour convertir à la Psychanalyse ceux que les précédents avaient laissés sceptiques. Les défauts du système y apparaissent dans la lumière la plus crue. Après avoir résumé, d'après Le Bon et Mac Dougall, les principaux traits de la mentalité des foules, Freud s'efforce de leur chercher une explication ; on ne s'étonnera pas qu'il la trouve dans la Libido : il s'en fait une conception assez large pour que tout puisse en sortir, et en cela il prétend s'appuyer sur la multiplicité traditionnelle des sens du mot amour, depuis Platon jusqu'à nos jours, en passant par St Paul. Singulière justification ! — Donc, partant de l'étude des foules organisées (Armée, Église) il établit que leur psychologie s'explique par les deux processus de l'identification des *moi* individuels et de la substitution au *moi* idéal de la personne du chef aimé. En quoi l'état de foule se rapproche intimement de l'état hypnotique : tous deux dérivent du refoulement des tendances sexuelles et sont des survivances de la horde primitive. De celle-ci on nous retrace l'évolution en un tableau dont la haute fantaisie risquerait de faire sourire des sociologues tant soit peu positifs, s'ils ne prenaient garde que l'auteur le donne lui-même comme un « mythe » (p. 111). La tentation est grande d'étendre à son œuvre entière le même qualificatif, tant elle use du raisonnement analogique. Heureusement elle rachète l'audace des généralisations par l'originalité des notations de détail, dont on découvrira ici maints exemples savoureux. R. TROUDE.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

A. Engler. — Die natürlichen Pflauzenfamilien, 2me édition. Tome X. Mousses, 1re partie. In-8 de 478 pages avec 420 figures. W. Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 36 marks-or.

A. Sibille. — Le Peuplier. In-8 de 100 pages avec figures. Librairie agricole, Paris. — Prix : 5 fr. 50.

E. Nusbaumer. — L'organisation scientifique des usines. In-8 de 500 pages. — Prix : 30 francs.

Marin Molliard. — Nutrition de la plante, IV, Cycle de l'Azote (*Encyclopédie scientifique*). In-16 de 330 pages avec 56 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Audubert. — Les applications usuelles de la Chimie. In-8 de 178 pages avec figures. Eyrolles, éditeur, Paris.

Jean Rousset. — Comment les industriels américains économisent la main-d'œuvre (Scientific management système Taylor). In-8 de 220 pages avec figures (*Bibliothèque des monographies techniques*). Desforges, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

E. Linet. — La Céramique dentaire. Fabrication des dents artificielles. Travaux prothétiques en porcelaine. In-8 de 166 pages avec 139 figures et 4 planches en couleurs. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

G. Urbain. — Les notions fondamentales d'élément chimique et d'atome. In-8 de 172 pages avec 14 figures (Collection *Science et civilisation*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Babet-Charton. — De bons fromages par tous et partout. In-16 de 90 pages. Librairie agricole, Paris. — Prix : 4 fr. 50.

J. Sanson. — La prévision du temps en agriculture. In-16 de 320 pages avec 60 figures et cartes en couleurs. (*Encyclopédie agricole.*) Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 16 francs.

J. Parisot et *P. Simonin.* — Les Vaccins et la pratique de la Vaccinothérapie. In-8 de 322 pages avec 8 figures et 2 pl. hors texte. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 16 francs.

J. Leriche. — Le Cancer. Technique de la thérapeutique médicale moderne. In-8 de 100 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

L. Boutan. — La Perle. Etude générale de la perle. Histoire de la Méléagrine et des mollusques producteurs de perles. In-8 de 421 pages avec 167 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix 50 francs.

Levêque et Perrault. — Ce que tout agriculteur doit savoir. In-8 de 357 pages. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Blanchard. — Les forces hydro-électriques pendant la Guerre. In-8 de 112 pages. Presses Universitaires, Paris. — Prix : 15 francs.

Albert Maire. — Bibliographie générale des œuvres de Blaise Pascal. T. I. Pascal savant. In-8 de 330 pages. Giraud-Badin, éditeur, Paris. — Prix 50 francs.

Ed. Wilson. — The Cell in development and heredity, 3e édition. In-8 de 1231. Macmillan, New-York. — Prix : 36 sh.

St. Millot. — Théorie nouvelle de la probabilité des causes. In-8 de 35 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Ch. Henry. — Essai de généralisation de la théorie du rayonnement. In-8 de 140 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Henry Le Chatelier. — Science et Industrie. In-18 de 280 pages (*Bibliothèque de Philosophie Scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Reboul. — Mobilisation industrielle. T. I. Des fabrications de Guerre en France de 1914 à 1918. In-16 de 170 p. Berger-Levrault, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr. 75.

Albert Calmès. — Administration financière des Entreprises et des Sociétés. In-8 de 330 pages (*Bibliothèque technique*). Fayot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Le Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XVe)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 7 — 63e ANNÉE — 11 AVRIL 1925

LES SÉCRÉTIONS INTERNES

Parmi les substances élaborées par les cellules, les unes sont consommées directement sur place, d'autres sont rejetées au dehors comme déchet, d'autres enfin, et ce sont celles qui méritent le nom de sécrétions, quittent l'élément qui les a formées et vont jouer un rôle dans le fonctionnement général de l'organisme. Parmi ces dernières, certaines sont déversées au dehors, comme la sueur, ou dans un organe creux de l'économie comme les différents sucs digestifs : ce sont les *sécrétions externes*; d'autres passent immédiatement dans le sang ou la lymphe : ce sont les *sécrétions internes*.

Ainsi, les sécrétions internes empruntent le torrent circulatoire, pour gagner les organes au niveau desquels s'exerce leur action; les glandes qui les forment méritent le nom de glandes *hémocrines*. A côté de cette première variété de sécrétion interne, seule connue jusqu'ici, les recherches récentes de M. P. Masson ont permis d'en distinguer une autre qui passe directement dans les nerfs; le produit endocrinien circule le long des fibres nerveuses, comme le font à l'état pathologique certaines toxines, en particulier la toxine tétanique, ainsi que l'ont démontré des travaux déjà anciens. On peut donner le nom de glandes *neurocrines* aux organes qui émettent une telle sécrétion.

***

La découverte des sécrétions internes est due à deux grands physiologistes français, Claude Bernard et Brown-Séquard. Ce n'est pas pourtant qu'avant leurs publications certains auteurs n'en aient soupçonné l'existence.

Sans remonter jusqu'à Galien qui disait que le foie forme le sang, Bordeu, en 1775, écrivait que le sang contient un extrait de chaque corps glanduleux; pour lui, des organes comme la thyroïde et les surrénales sont des glandes, mais on n'en connaît pas le canal excréteur. Plus récemment, en 1830, Johannès Muller rangę parmi les glandes la rate, la thyroïde, le thymus, les surrénales. Mais c'est Berthold qui, en 1849, donna la première démonstration de l'existence d'une sécrétion interne : en greffant un testicule de coq à un coq châtre, il vit l'animal reprendre ses caractères masculins. Berthold pourtant ne fit que constater le fait; il ne s'éleva pas à la conception générale de la sécrétion interne et n'en prononça pas le nom.

De 1848 à 1855, s'échelonnent les différentes communications de Claude Bernard sur la glycogénie hépatique. En 1855, dans ses « Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine », il distingue les deux sécrétions du foie : la sécrétion externe, la bile, et la sécrétion interne, le glycose, et il compare ces deux sortes de sécrétion. En 1859, dans ses « Leçons sur les liquides de l'organisme », il indique clairement que les organes comme le corps thyroïde, les surrénales, la rate, les ganglions lymphatiques sont des glandes n'ayant qu'une seule forme de sécrétion, la sécrétion interne. Enfin, en 1867, dans son « Rapport sur les progrès de la physiologie générale en France » il insiste

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

de nouveau sur les sécrétions internes, qui sont pour lui des sécrétions nutritives.

Malgré l'autorité de Claude Bernard et le retentissement légitime qui s'attachait à ses travaux, l'idée nouvelle ne suscita un mouvement de recherches ni en France ni à l'Étranger, et l'on peut dire que la découverte des sécrétions internes passa inaperçue ; seule fut retenue la formation du glycose par le foie. C'est à Brown-Séquard que revint l'honneur de lancer l'idée. En 1889, dans différentes communications à la *Société de biologie* et dans des articles des *Archives de physiologie*, il montra que le liquide extrait des testicules frais d'animaux y a une action dynamogènique, action qui d'ailleurs fut reconnue par la suite comme des plus discutables, mais il eut le mérite de créer une méthode féconde en résultats, malgré les critiques dont elle a été l'objet, et d'une portée générale, celle des extraits d'organes. Déjà en 1869, comme il le rappela plus tard, dans un cours professé à la Faculté de Médecine, il expliquait les phénomènes urémiques, non seulement par l'élimination insuffisante des substances qui normalement passent dans l'urine, mais aussi par l'absence d'une modification chimique du sang exercée à l'état normal par les cellules rénales, au moyen d'une action analogue à celle qu'emploient certaines glandes sans conduit excréteur comme la rate ou le corps thyroïde. Il reconnaît donc l'existence d'une sécrétion interne, même dans les organes ayant par ailleurs une sécrétion externe : pour lui tous les tissus ont une sécrétion interne.

Depuis cette époque les sécrétions internes ont pris une place importante en physiologie et en pathologie, et les travaux les concernant sont devenus de plus en plus nombreux.

***

Le mécanisme anatomique de la sécrétion interne est facile à comprendre. Tandis que, dans les glandes à sécrétion externe, les cellules glandulaires sont bipolaires, qu'elles ont un pôle vasculaire en rapport avec les vaisseaux sanguins et un pôle sécrétoire confinant la cavité de l'acinus, dans les glandes à sécrétion interne les cellules sont unipolaires en rapport uniquement avec les vaisseaux sanguins. Dans les premières, les cellules, ayant tiré du sang, les matériaux, qui leur serviront à l'élaboration du produit, rejettent ce produit une fois formé dans une cavité en rapport avec l'extérieur, au moyen d'un canal dit excréteur ; dans les secondes, le produit de sécrétion une fois constitué prend, pour sortir de la cellule, le même chemin qu'avaient suivi les substances venues du sang pour participer à sa formation et retournent ainsi à la circulation. Pourtant, toutes les glandes à sécrétion interne ne sont pas construites sur ce type ; ainsi la glande thyroïde a des cellules bipolaires : la matière colloïde, qui constitue son produit de sécrétion le mieux connu, se forme suivant le type des sécrétions externes et s'accumule dans une cavité bornée par les cellules sécrétantes, ayant la valeur et la formation embryologique d'un acinus ; mais, comme le canal excréteur a disparu au cours du développement, l'acinus est devenu une vésicule close. Pour qu'elle en sorte, il faut que les cellules limitantes s'écartent et laissent passer la matière colloïde qui s'évacue alors par les lymphatiques. Cette matière colloïde a donc la valeur d'une sécrétion externe, et tout porte à croire, comme je l'ai soutenu il y a déjà plusieurs années, que d'autres produits, formés aussi par les cellules thyroïdiennes, passent directement dans le sang, suivant le mode habituel des sécrétions internes. D'autres glandes endocrines fonctionnent sur le même type que la glande thyroïde : tel est le cas des plexus choroïdes qui, comme l'a montré A. Pettit, sont tapissés de cellules à fonctionnement bipolaire, déversant leur produit de sécrétion dans le liquide céphalo-rachidien ; tel est le cas aussi des glandes surrénales chez les poissons téléostéens.

Une autre variété de sécrétion interne est celle que Claude Bernard a dénommée la *sécrétion digestive*. Ici au lieu d'emprunter au milieu sanguin les produits qui serviront à la sécrétion, la cellule les prend dans le milieu extérieur et les déverse dans le torrent sanguin. En effet, l'absorption par la muqueuse intestinale de certaines substances, comme les graisses, se fait par un véritable acte sécrétoire ; la cellule absorbante fonctionne comme une cellule bipolaire : elle prend les graisses dans le chyme intestinal, les transforme dans son protoplasma et les rejette sous forme de savons et d'acides gras dans le sang. Comme la même cellule fabrique à d'autres moments de son fonctionnement le suc entérique, on voit qu'elle se comporte tantôt comme une glande à sécrétion externe, tantôt, et cela quand elle effectue le travail de l'absorption, comme une glande à sécrétion interne.

Dans les glandes qui ont les deux modes de sécrétion, tantôt c'est la même cellule qui a cette double propriété, et d'après Brown-Séquard toutes les cellules à sécrétion externe auraient en même temps une sécrétion interne, tantôt ce sont deux cellules différentes. Dans le foie, la cellule sécrétante forme à la fois la bile, qui s'écoulant par le canal biliaire est conduite à l'intestin, et le glycose ainsi que les autres produits plus ou moins nettement définis de son activité endocrine, qui sont repris directement par le sang. Les deux canaux, biliaire et sanguin, entourent la cellule hépatique,

Digitized by Google

chacun occupant une position particulière, le canal biliaire creusé sur les faces des cellules et le canal sanguin au niveau des angles. Dans le pancréas, on trouve à côté des cellules groupées en acini et sécrétant le suc pancréatique qui s'écoule dans l'intestin par le canal de Wirsung d'autres formations, dénommées îlots de Langerhans, qui sont chargés de la sécrétion endocrine. Pourtant, d'après M. Laguesse, ce serait la même cellule qui formerait les deux sécrétions, se groupant avec ses congénères tantôt en acini pour former le suc pancréatique, sécrétion externe, tantôt en îlots de Langerhans pour former l'insuline, sécrétion interne; ainsi la glande serait sujette à des remaniements incessants. Dans le testicule, si l'on adopte la conception de MM. Ancel et Bouin, généralement admise, la fonction de sécrétion interne serait dévolue aux cellules interstielles, dites cellules de Leydig; elles formeraient seules une véritable glande, la spermatogenèse n'étant pas à proprement parler une sécrétion, mais seulement la maturation d'un produit existant antérieurement.

Au point de vue anatomique, les glandes qui sont uniquement endocrines sont ordinairement associées deux par deux. Ainsi à la thyroïde, grosse glande qui occupe la partie antérieure du cou, au devant de la trachée et du larynx, se trouvent accolées les glandules parathyroïdes; ces glandules, au nombre de quatre, bien distinctes par leur structure histologique de la glande thyroïde, ne peuvent souvent en être séparées par la dissection, si bien que chez certaines espèces animales, comme par exemple le cobaye, il est impossible d'enlever la thyroïde sans supprimer en même temps les parathyroïdes. L'hypophyse, organe situé dans une dépression de la base du crâne, au-dessous du cerveau et en rapport avec la substance nerveuse, est formée de deux parties, antérieure et postérieure, celle-ci possédant seule une action sur la pression artérielle (fig. 128); la postérieure, dont l'étendue vraiment active porte parfois le nom de portion intermédiaire, est accolée à l'antérieure, dont la sépare seulement la fente hypophysaire, comblée chez l'homme et chez certaines espèces animales, si bien que la séparation des deux lobes, même sur la table de dissection, est parfois complètement impossible.

Les capsules, ou mieux glandes surrénales, qui sont situées dans la cavité abdominale, au-dessus des reins, chez l'homme, au voisinage de la veine cave inférieure de chaque côté de la colonne vertébrale chez la plupart des vertébrés, sont formées aussi de deux parties, dites corticale et médullaire. Ces deux parties diffèrent complètement par leur origine embryologique, leur structure histologique et leur fonction physiologique. Chez l'homme et chez les mammifères, la partie corticale entoure complètement la médullaire, si bien que ces deux portions ne peuvent être séparées l'une de l'autre. Chez les oiseaux, l'intrication des deux glandes est encore plus grande et les deux tissus sont constamment en contact l'un avec l'autre. Au contraire, chez les Sélaciens, les deux portions sont complètement séparées et forment deux glandes distinctes, la glande corticale ou intérrenale, située entre les deux reins, et la glande médullaire ou paraganglion, dont les éléments sont disposés de chaque côté de la colonne vertébrale, en rapport avec la chaîne du sympathique. On conçoit combien cet assemblage de deux tissus différents, réunis dans un même organe ou tout au moins accolés l'un à l'autre, rend difficile l'étude de ces glandes; un même processus morbide peut en effet atteindre les deux tissus, si bien que les symptômes relevant du trouble des deux fonctions s'intriquent et se confondent; on conçoit aussi qu'expérimentalement il est souvent difficile et même impossible de supprimer une des deux fonctions sans atteindre en même temps l'autre.

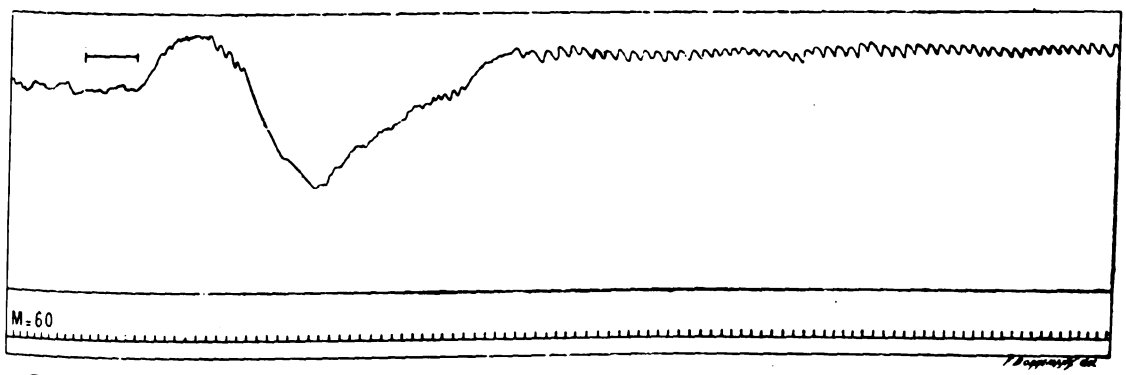


Fig. 128. — Action de l'extrait de la partie postérieure de l'hypophyse sur la pression artérielle et le rythme cardiaque, en injection intraveineuse; l'action sur la pression est double : élévation suivie d'un abaissement passager et d'une nouvelle élévation. Les battements cardiaques deviennent plus lents et plus amples. (Garnier et Thaon.)

Digitized by Google

Par contre, certaines glandes endocrines sont isolées : tel est le cas du thymus, organe, qui, relativement volumineux chez le jeune enfant, diminue progressivement de dimensions avec l'âge et disparaît presque complètement chez l'adulte ; il se trouve situé à la partie antérieure du thorax, débordant en haut au devant du cou. Tel est le cas aussi de la glande pinéale, autre organe transitoire, n'ayant un rôle que chez l'enfant, situé dans l'encéphale, au-dessous des hémisphères cérébraux et du corps calleux, au-devant des tubercules quadrijumeaux.

On s'est demandé pour quelle raison ces glandes endocrines, dont la fonction est liée au maintien de l'intégrité du milieu sanguin, siègent en tel point donné de l'organisme. En fait, on ne trouve pas de raisons déterminantes bien nettes de leur situation anatomique. On peut admettre avec M. Hallion que leur emplacement a été commandé à l'origine par des conditions toutes locales du milieu chimique, liées soit à des diffusions, soit à des échanges directs du sang, par système porte ; ainsi le siège de la glande thyroïde à la région cervicale tiendrait à des connexions circulatoires et fonctionnelles primitives de cette glande avec l'organe branchial. M. Ide, de Bruxelles, a récemment soutenu une idée analogue.

***

Tandis que les sécrétions externes peuvent être recueillies et analysées et que leur écoulement, en général intermittent, permet de s'en procurer des quantités importantes, les sécrétions internes, déversées directement et constamment dans le sang, ne peuvent être étudiées que par des moyens détournés, sauf pour certaines comme le glycose à la sortie du foie. Ces moyens sont au nombre de deux principaux : l'ablation de l'organe, qui réalise la suppression complète de la fonction, et la recherche de l'action des extraits d'organe, étant donné qu'au moins dans certains cas, l'extrait saisit la sécrétion dans le tissu lui-même. L'ablation de l'organe pour être démonstrative doit être complète, la moindre parcelle laissée en place suffisant pour maintenir la fonction ; ainsi l'ablation complète du pancréas détermine constamment et immédiatement un diabète grave, qui persistera jusqu'à la mort de l'animal ; il suffit d'un quart de glande resté dans l'abdomen, ou même quelquefois moins, pour que la glycosurie ne paraisse pas ou soit passagère et curable. Mais l'ablation de la glande n'est pas toujours réalisable ; comme nous l'avons déjà fait remarquer, certaines glandes sont associées deux à deux ; c'est ainsi que chez les mammifères l'ablation des glandes surrénales supprime en réalité deux fonctions, les substances corticale et médullaire distinctes physiologiquement étant réunies automatiquement. C'est ainsi encore que la thyroïdectomie ne peut être effectuée en respectant les glandules parathyroïdes que chez certaines espèces animales, comme par exemple le chien.

L'action des extraits d'organe a été recherchée pour la première fois par Brown-Séquard, qui l'a érigée en méthode générale. Les expériences de Vassale et celles du professeur Gley sur l'extrait thyroïdien en ont démontré la valeur, au moins en ce qui concerne la glande thyroïde. Pour préparer ces extraits, on peut employer différentes techniques. On peut partir de l'organe frais que l'on fait macérer dans l'eau salée, et le liquide de la macération, débarrassé par centrifugation ou par filtration des particules solides, constitue l'extrait ; avant la découverte de l'insuline, c'était la seule méthode permettant d'obtenir un extrait pancréatique actif sur la glycémie ; encore fallait-il prendre le pancréas et le traiter dès la mort de l'animal. Plus souvent, on se sert d'organes desséchés soit dans le vide à basse température, soit par la chaleur à 60° ou même 100°. Une fois privé d'eau, le tissu est pulvérisé et la poudre ainsi obtenue peut être conservée indéfiniment, on l'administre soit directement soit après traitement par l'eau salée pour préparer un liquide injectable. Au lieu d'extrait aqueux, on peut employer des extraits préparés avec l'alcool ou la glycérine, Au lieu d'organes frais ou desséchés, on peut se servir d'autolysats : dans ce cas l'organe, dès la mort de l'animal, est prélevé aseptiquement et mis dans un vase stérilisé placé à l'étuve à 37° ; les processus de désassimilation continuent grâce à la température de l'étuve, en dehors de toute intervention microbienne, par conséquent de tout phénomène de putréfaction ; on peut en le traitant par l'eau salée, après un temps d'étuve plus ou moins prolongé, recueillir les produits ainsi formés. Récemment, MM. Battelli et Stern ont proposé une autre méthode ; ils mettent les organes en survie ; ils les découpent aseptiquement en tranches fines et les placent dans un liquide nutritif pourvu d'oxygène, à la température de 38 à 40° ; on obtiendrait ainsi des quantités appréciables de sécrétion. Enfin d'autres procédés consistent à traiter l'organe par différents réactifs chimiques, de manière à en isoler la substance active.

Parmi ces substances, une seule a pu être jusqu'ici déterminée avec précision et exactitude : c'est l'*adrénaline*. Elle a été découverte par Takamine en 1901. Elle est identique, par son action physiologique (fig. 129), à celle qui donne ses propriétés à la substance médullaire des surrénales, d'où elle est extraite ; elle a de plus les mêmes réactions chimiques que le protoplasma des cellules médullaires ; elle a

Digitized by Google

enfin pu être caractérisée dans la veine surrénale elle-même à la sortie de la glande et sa quantité augmente quand on excite la sécrétion glandulaire. Aussi, malgré les objections faites récemment par M. Gley, auxquelles ont victorieusement répondu les expériences remarquables de M. Tournade

Ces extraits, quelle que soit la manière dont ils ont été obtenus, peuvent être administrés par la voie digestive, par la voie sous-cutanée, par la voie intra-musculaire, la voie intra-veineuse, la voie rachidienne, etc. Leurs effets peuvent être recherchés sur l'animal sain ou sur l'animal malade et, en

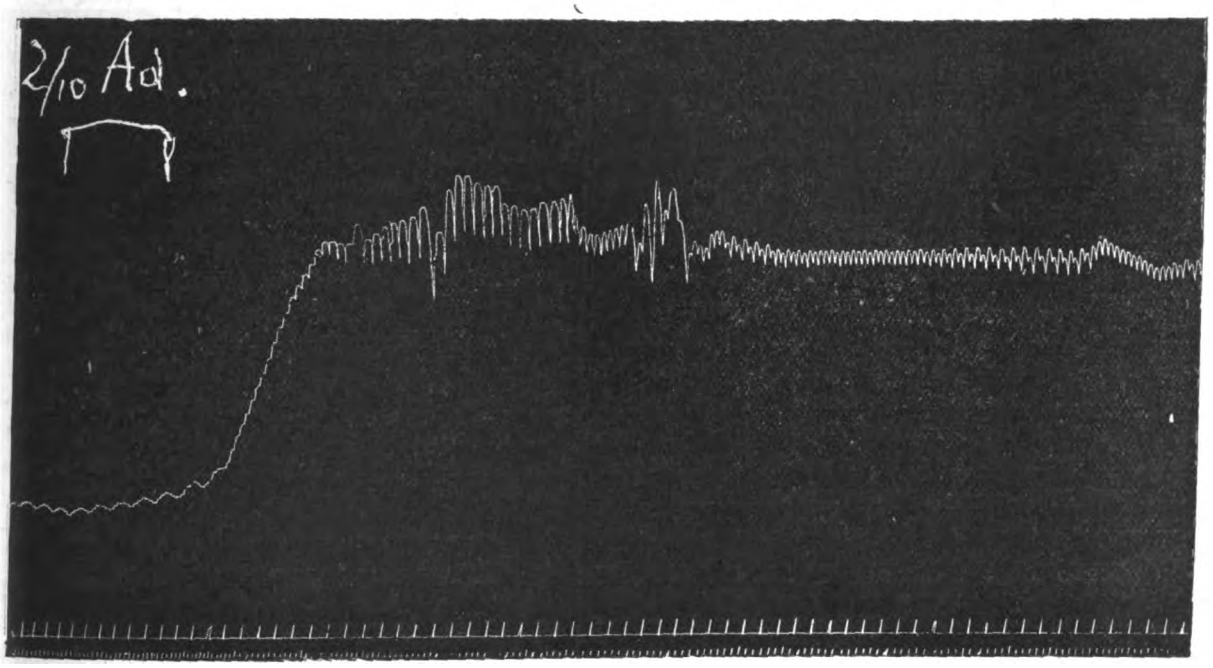


Fig. 129. — Elévation de la pression artérielle avec augmentation de l'amplitude des systoles, obtenue par l'injection intraveineuse d'une petite dose d'adrénaline, substance extraite de la partie médullaire des glandes surrénales.

(d'Alger) et de son élève Chabrol, doit-elle être considérée actuellement comme le produit de la sécrétion de la partie médullaire des surrénales. Or, on connaît maintenant la formule chimique exacte de cette substance ; bien plus on est arrivé à la préparer par synthèse.

De la glande thyroïde, Kendall a extrait en 1914 un corps cristallisé de formule chimique définie, qu'il a appelé la thyroxine ; ce corps possède les principales propriétés de l'extrait thyroïdien et aurait une activité mille fois supérieure à celle de la thyroïde sèche. Il ne paraît pourtant pas représenter la totalité de la substance active de la glande. Sanmartino en a d'ailleurs retiré un autre corps cristallisé, et l'on peut dire que si on est actuellement sur le chemin de la découverte du principe actif de la glande thyroïde, le dernier mot n'est pas encore dit. Enfin, récemment on a extrait du pancréas une substance, dénommée *insuline*, qui a une action remarquable sur la glycémie et supprime les effets de la pancréatectomie chez le chien ; mais cette substance n'a pu être encore ni isolée ni définie.

particulier, sur l'animal privé de la glande dont on étudie l'extrait.

Peut-on déduire des effets déterminés par un extrait d'organe l'existence dans l'économie en tant que sécrétion interne de la substance dont l'action est ainsi démontrée ?

Il est bien certain qu'une telle déduction n'est légitime que si l'extrait administré à un animal privé de la glande supprime les effets de cette privation ; c'est ce qui arrive avec l'extrait thyroïdien, qui guérit les symptômes déterminés par la thyroïdectomie. Elle l'est encore évidemment, quand on a pu extraire de l'organe une substance définie et que cette même substance peut être caractérisée dans le sang veineux provenant de l'organe et prélevée chez l'animal vivant. En dehors de ces deux conditions, une pareille déduction ne peut être autorisée, et le professeur Gley s'est élevé avec raison contre la tendance qu'ont eue trop de médecins à considérer l'extrait d'un organe comme l'équivalent de sa sécrétion. Dans un tel extrait il y a ou il peut y avoir le produit sécrété, mais il y a aussi autre chose, en particulier l'extrait

Digitized by Google

des différents tissus conjonctif, vasculaire, nerveux, qui servent au soutien, à la nutrition et à l'innervation des éléments nobles ; chacun de ces éléments peut avoir son action propre : c'est ainsi que Shäfer attribue l'effet dépresseur de la plupart des extraits organiques à la présence de nucléo-protéines banales provenant des éléments de soutien.

***

Les différentes sécrétions internes, si elles ne peuvent pas être toujours caractérisées chimiquement, peuvent l'être par leurs effets physiologiques. Les unes servent à la nutrition ; tel est le cas du glycose, la première sécrétion interne connue. Les autres, et ce sont les plus importantes au point de vue de la physiologie générale, vont porter leurs effets sur divers organes ou tissus de l'économie. Schäfer a bien indiqué les différences qui séparent ces sécrétions internes des externes. Les sécrétions externes sont des ferments ou enzymes et sont détruites par la chaleur ; injectées dans l'économie, elles déterminent des phénomènes réactionnels qui se traduisent par la formation d'anticorps ; elles ont donc, comme l'on dit actuellement, la propriété *antigène;* enfin, elles présentent souvent des différences chez les diverses espèces animales ; ainsi les acides biliaires ne sont pas les mêmes chez les carnivores et chez les herbivores. Au contraire, les sécrétions internes ne sont pas détruites par la chaleur, même à la température de l'ébullition ; elles résistent souvent à l'action des acides forts ; ainsi l'iodothyrine de Baumann, qui a les mêmes propriétés que l'extrait thyroïdien, est préparé en faisant agir sur le tissu de l'acide sulfurique bouillant. Elles ne produisent pas d'anticorps ; elles sont dialysables ; enfin, elles ont une action semblable chez tous les animaux, quelle que soit l'espèce chez laquelle on a prélevé l'organe pour en faire un extrait et celle à laquelle on l'injecte.

Schäfer les a désignés sous le nom d'*autacoïdes*, mot formé du grec αὐτὸς, lui-même, et ἄκος, remède, voulant indiquer par là qu'elles ont une action ressemblant à celle des médicaments et en particulier à celle des alcaloïdes végétaux. Pour Schäfer un autacoïde est une substance spécifique, formée par les cellules d'un organe et déversée par lui dans le sang circulant pour produire sur d'autres organes des effets analogues à ceux déterminés par des médicaments. Ces effets peuvent être d'excitation ou d'inhibition.

Les substances déterminant des effets d'excitation sont les *hormones*, suivant le terme imaginé par Starling (du grec ὁρμάω, j'excite). Comme l'a défini Starling, une hormone est une substance produite normalement par certaines cellules de l'économie et allant par le courant sanguin agir en des régions éloignées sur d'autres tissus pour le bien de l'organisme tout entier. Il faut ajouter actuellement que cette action est une excitation. Le type des hormones, celle qui a été isolée la première précisément par Bayliss et Starling, est la *sécrétine*, formée dans le duodénum sous l'influence de l'arrivée du chyme gastrique acide ; cette substance va par l'intermédiaire de la circulation exciter les sécrétions pancréatique, biliaire et intestinale, qui se déversent alors abondamment dans l'intestin.

A côté des hormones, il faut ranger les *parhormones;* sous ce nom M. Gley désigne des produits de déchet, tels que l'urée, ou l'anhydride carbonique, destinés à être rejetés au dehors et jouant accessoirement le rôle d'excitant, l'urée excitant la sécrétion rénale et l'anhydride carbonique excitant les centres respiratoires du bulbe.

En opposition avec les hormones, on place actuellement les *chalones* (de χαλάω, je ralentis), suivant la dénomination de Schäfer, produits de sécrétion interne qui exercent des effets d'inhibition ; telle est, par exemple, la substance qui dans l'hypophyse postérieure diminue la sécrétion urinaire.

Une dernière catégorie de sécrétion interne est constituée par les *harmozones* (de ἁρμόζω, je règle), ainsi dénommée par M. Gley. Parmi ces

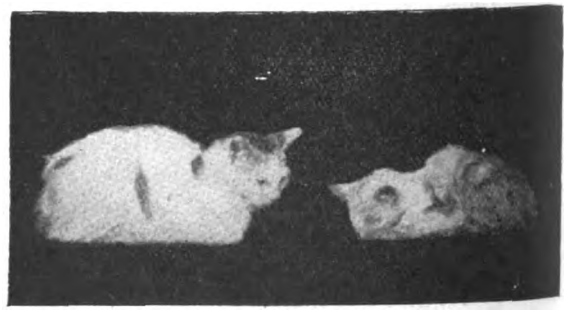


Fig. 130. — Deux chatons de la même portée, âgés de six mois ; à l'un on a enlevé la glande thyroïde à l'âge de six semaines ; l'opéré a augmenté en quatre mois et demi de 310 grammes, pendant que le témoin prenait 1.800 grammes (d'après Jeandeliz, thèse Nancy, 1903).

substances, les unes règlent les échanges nutritifs, les autres servent au maintien du milieu intérieur ; d'autres enfin dirigent l'apport des matériaux nutritifs et la formation des organes ; elles excercent par conséquent une action morphogène ; c'est par leur intermédiaire que certaines glandes, comme la thyroïde, les glandes génitales et peut-être le thymus, exercent leur action sur le développement général de l'individu. Ainsi, l'ablation complète de la thyroïde, chez l'animal jeune, détermine un

Digitized by Google

arrêt remarquable de la croissance (fig. 130 et 131), de même chez l'homme, l'agénésie de cette glande

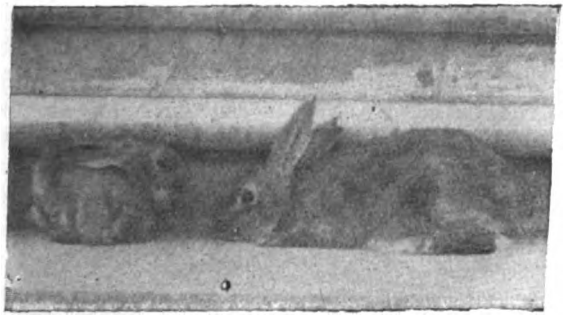


Fig. 131. — Deux lapins de la même portée, âgés de cinq mois et demi ; à l'un, la glande thyroïde a été enlevée à l'âge de neuf semaines ; l'opéré a augmenté en trois mois et demi de 155 grammes ; le témoin a pris 1.537 grammes ; chute des poils chez l'opéré qui meurt cachectique (d'après Jeandeliz, thèse Nancy, 1903).

donne lieu à un type spécial de nanisme avec idiotie (fig. 132).

Fig. 132. — Type d'idiot myxœdémateux dénommé « le pacha de Bicêtre », photographié à l'âge de 20 ans (Bourneville) (affection due à l'absence de développement de la glande thyroïde).

Ainsi, les sécrétions internes établissent des corrélations fonctionnelles entre les différents organes. Pendant longtemps on a admis que de telles corrélations étaient toujours liées à une action nerveuse ; par exemple, pour Pavloff, la sécrétion pancréatique, qui se déverse dans l'intestin au moment où le chyme gastrique y pénètre, était due à l'excitation des terminaisons nerveuses existant dans la muqueuse duodénale par l'acide chlorhydrique contenu dans ce chyme ; on avait bien démontré, en particulier par les expériences de Wertheimer et celles de Popielski, que la destruction de la moelle épinière et des ganglions abdominaux n'influait nullement sur cette sécrétion ; on pensait que le centre du réflexe se trouvait dans des cellules ganglionnaires situées dans la glande elle-même. Les recherches de Bayliss et Starling ont définitivement établi que la sécrétion pancréatique était suscitée par une substance, qui, se formant au contact de l'acide du chyme avec la muqueuse duodénale, va par l'intermédiaire de la circulation agir sur les cellules glandulaires.

Les sécrétions internes, et en particulier les hormones et les chalones, règlent donc constamment le fonctionnement des différents organes, et l'équilibre physiologique résulte de leur apport en quantité proportionnellement suffisante. L'activité sécrétoire des glandes endocrines est elle-même sous la dépendance du système nerveux central, qui dirige en définitive le fonctionnement de l'organisme ; mais, si l'on en croit les recherches récentes de Zondek, il y aurait une régulation plus fine et plus sensible de ces sécrétions au niveau de la cellule même. D'après cet auteur, la proportion variable des différents électrolytes dans le protoplasma cellulaire aurait une influence considérable sur leur action ; c'est ainsi que l'activité de l'adrénaline est suspendue par le potassium et renforcée par le calcium ; c'est ainsi encore que l'addition de potassium renforce l'action de l'extrait thyroïdien, tandis que celle d'une faible dose de chlorure de calcium l'empêche, au moins pour ce qui a trait à la métamorphose et la croissance des têtards.

Ces expériences ont besoin d'être confirmées ; elles ouvrent en tout cas des horizons nouveaux à l'étude des sécrétions internes ; elles montrent que dans leur action interviennent des causes secondes, qui peuvent en modifier complètement l'orientation.

***

Les processus, qui influent sur la production des sécrétions internes, sont d'ordre physiologique ou pathologique. Parmi les processus physiologiques, les plus importants sont ceux qui sont liés aux différents moments de la vie génitale, en particulier chez la femme, la puberté, la menstruation, la ménopause, et surtout la grossesse, qui, en raison

Digitized by Google

des modifications qu'elle nécessite dans la thyroïde, l'hypophyse, la cortico-surrénale, constitue un véritable *test* des glandes endocrines.

Tous les grands processus pathologiques agissent sur les glandes à sécrétion interne. Les infections, soit qu'elles se localisent sur ces glandes elles-mêmes, soit qu'elles les impressionnent à distance au moyen des produits solubles sécrétés par les microbes en cause, modifient leur structure et leurs sécrétions. En général, les infections déterminent d'abord une augmentation de la sécrétion, puis, si l'action se prolonge ou est plus intense, une nécrose des cellules, suivie d'une diminution, puis d'une suppression de la sécrétion. L'atteinte des glandes à sécrétion interne, quand elle s'exerce à distance, varie suivant le microbe en cause et suivant l'espèce animale considérée ; c'est ainsi, par exemple, que la toxine diphtérique, injectée sous la peau du cobaye détermine, comme l'ont montré il y a déjà longtemps Roux et Yersin, une congestion intense, avec hémorragie dans les capsules surrénales, lésion qui ne se produit pas, au moins avec une égale intensité, dans les mêmes conditions expérimentales, chez d'autres espèces animales comme le lapin.

Fig. 133. — Maladie de Basedow ou goitre exophtalmique chez une femme de 43 ans ; remarquer la saillie des yeux, le regard brillant et inquiet. Cette affection est due à l'augmentation pathologique des sécrétions thyroïdiennes (hyperthyroïdie).

Quand le microbe se localise sur la glande, il y est amené par la voie sanguine, plus rarement par la voie lymphatique ou par contiguïté ; ainsi le bacille de Koch arrive aux surrénales par l'une ou l'autre de ces voies. Le microbe véhiculé jusqu'à la glande peut être un agent capable de bien d'autres manifestations dans l'économie, comme c'est le cas pour le bacille tuberculeux ; il peut être aussi un agent spécial, se localisant électivement sur une glande à sécrétion interne comme par exemple *Shizotrypanum Cruzi*, agent de la maladie de Chagas ou thyroïdite parasitaire, qui sévit au Brésil. Ce parasite, en infectant la thyroïde, détermine des troubles qui ressortissent suivant les cas à la déficience de la glande avec insuffisance de sa sécrétion ou au contraire à l'excitation de certaines au moins de ses sécrétions. On peut se demander si l'endémie crétino-goitreuse, dont la cause est encore inconnue et l'étiologie controversée, n'est pas due à un parasite agissant d'une façon analogue.

Fig. 134. — Goitre basedowifié chez une femme de 52 ans ; le goitre apparu à l'âge de 37 ans ne s'est accompagné de symptômes, en rapport avec une modification des sécrétions thyroïdiennes (palpitations, tachycardie), qu'à l'âge de 49 ans. Amélioration par le traitement radio-thérapique.

Digitized by Google

A côté des infections, il faut placer les différents agents toxiques ou médicamenteux, qui peuvent aussi modifier les glandes endocrines. Certains agissent sur elles comme sur les autres glandes par une action en quelque sorte banale ; c'est le cas du phosphore. D'autres ont une propriété élective ; ainsi l'iode agit sur la sécrétion thyroïdienne pour l'augmenter d'abord, puis pour la diminuer et même la supprimer après destruction du tissu, si l'action est plus intense et plus prolongée.

Sous l'influence de ces causes, la sécrétion est troublée. Elle peut être augmentée : ainsi font les agents peu actifs ou appliqués d'une façon passagère ; ou encore certaines causes peu connues déterminant une hypertrophie adénomateuse, de la glande, comme c'est le cas au niveau de la thyroïde pour celle de la maladie de Bandow appelée encore gastro-exophtalmique (fig. 133 et 134) et au niveau de l'hypophyse antérieure pour celle de l'acrimégalie ou maladie de Marie (fig. 135). Elle peut être diminuée ou abolie quand la glande est sclérosée et plus ou moins complètement

Fig. 135. — Acromégalie, affection due au développement pathologique du lobe antérieur de l'hypophyse ; remarquer l'hypertrophie énorme du maxillaire inférieur déterminant le prognathisme.

détruite ; une telle lésion atteignant la thyroïde donne lieu au myxœdème (fig. 136). Peut-il y avoir une autre modification et à côté de l'hyperfonctionnement et de l'hypofonctionnement, pour employer des mots de formation incorrecte mais consacrés par l'usage, doit-on faire une place au dysfonctionnement, c'est-à-dire à la formation d'une sécrétion modifiée? La plupart des auteurs l'admettent. Pourtant il convient de faire remarquer qu'on n'a jamais pu en démontrer directement l'existence ; tout au plus peut-on, dans la thyroïde, au niveau de laquelle la sécrétion s'accumule dans la glande et peut y être observée, reconnaître certaines modifications de l'aspect ou de la colorabilité de la sécrétion colloïde ; mais on n'a pas montré que cette colloïde d'apparence un peu particulière ait des propriétés spéciales. D'ailleurs, il est à remarquer que les sécrétions externes, qu'on peut se procurer directement en quantité suffisante, et qu'il est par suite facile d'analyser, ne se montrent pas modifiées dans leur compo-

Fig. 136. — Myxœdème acquis de l'adulte chez une femme de 58 ans ; remarquer l'absence des sourcils et l'état de sécheresse de la peau. Sclérose probable de la glande thyroïde.

sition au cours des états pathologiques. Ainsi le suc gastrique, qui a été étudié si souvent, peut être augmenté dans sa quantité ou au contraire diminué, mais jamais on ne l'a trouvé formé d'autres éléments que d'acide chlorhydrique et de pepsine. La bile est toujours formée des mêmes pigments ; l'urobiline, que certains auteurs avaient à une époque considérée comme le pigment du foie malade, est bien démontrée aujourd'hui comme étant la transformation du pigment biliaire habituel, la bilirubine ;

Digitized by Google

son apparition dans l'urine est liée au passage dans le sang d'une quantité de pigment biliaire plus grande qu'à l'état normal et à la transformation de ce pigment en urobiline au niveau des tissus et en particulier des reins. Tout au plus peut-on dire que la bilirubine, quand elle passe dans l'urine, au cours d'un ictère aigu, se trouve dans un état plus ou moins facilement oxydable suivant le moment de son élimination, comme je l'ai montré avec M. Maganand ; au début de l'ictère, le pigment est souvent difficile à transformer en biliverdine, tandis qu'à la fin il donne sous la même influence des dérivés plus oxydés, comme la bilicyanine et la bilipurpurine ; mais rien ne prouve que ces différences soient dues à l'état du pigment au moment où il sort de la cellule hépatique et non à l'action de différents tissus qu'il traverse avant d'être éliminé par l'urine. Aussi nous semble-t-il qu'il convient d'être très réservé sur cette question du dysfonctionnement glandulaire ; on peut admettre tout au plus qu'une glande irritée par un agent pathogène laisse échapper un produit de sécrétion incomplètement achevé ; mais quant à croire qu'elle peut sécréter une substance autre que celle qu'elle forme dans les conditions habituelles, on ne pourra le faire que quand la preuve directe en aura été donnée.

***

L'importance des sécrétions internes en pathologie, découle de leur rôle en physiologie. Puisque, suivant l'expression de Claude Bernard, le sang doit être regardé comme un produit de sécrétion des glandes vasculaires internes, on conçoit qu'une modification si petite soit-elle de leur fonctionnement déterminera des troubles variés. Elles ont chacune des actions multiples ; et, fait important, elles ne peuvent se remplacer l'une l'autre : tandis que les sécrétions externes, par exemple celles qui se déversent tout du long du tube gastro-intestinal, peuvent être en déficit ou même manquer complètement sans que le processus de la digestion soit pour cela grandement modifié. Dès qu'une glande endocrine est troublée dans son fonctionnement, l'équilibre humoral est rompu et des symptômes plus ou moins évidents apparaissent. Comme elles gouvernent la rénovation des tissus, on peut penser que les maladies de la nutrition sont dues à un trouble de leur fonctionnement. En effet, elles interviennent en particulier dans la production de la glycosurie et dans le métabolisme des graisses. Pourtant, il ne semble pas que le diabète et l'obésité puissent être rattachés uniquement à leur fonctionnement défectueux. Elles sont responsables sans doute de certaines adiposes et de certaines glycosuries ; mais, alors, existent d'autres symptômes relevant de la viciation des autres actions de l'organe en cause. Dans le diabète et dans l'obésité, le trouble porte uniquement sur une seule fonction isolée des autres, la transformation des hydrates de carbone ou celle des graisses ; aussi peut-on admettre selon la théorie classique, soutenue et développée par Bouchard, que ce sont les cellules des tissus qui ont perdu la faculté d'assimiler le sucre ou de détruire la graisse. Sans doute les glandes endocrines ne restent pas indifférentes ; mais leur intervention est secondaire et peut être considérée comme une réaction devant le trouble nutritif des tissus. On peut en dire autant des anomalies de la croissance : pour que l'être se développe normalement, il faut l'équilibre de plusieurs sécrétions internes, la thyroïdienne, l'hypophysaire, la génitale, la surrénalienne, la pinéale, mais bien des sujets sont petits ou grands, non pas parce qu'ils présentent des troubles endocriniens, mais parce que les cellules de leurs tissus ont héréditairement la propriété de croître et de se multiplier plus ou moins.

On a dit aussi que l'arthritisme est l'expression d'un mauvais fonctionnement des glandes endocrines. Il est plus exact de penser que cette diathèse est une manière d'être de l'individu, qui ne devient évidente que du jour où les glandes endocrines n'arrivent plus à en masquer les défauts.

La notion de sécrétion interne a permis d'édifier la pathologie glandulaire et pour ainsi dire épithéliale. Autrefois, on ne connaissait guère que les lésions conjonctives, les inflammations, les suppurations, les scléroses. Maintenant, on sait reconnaître cliniquement l'hyperfonctionnement et l'hypofonctionnement cellulaires et anatomiquement les hyperplasies et les hypertrophies. Le premier effet des excitations morbides porte sur l'élément épithélial, la réaction conjonctive est secondaire. Aussi, une maladie, de nature purement épithéliale comme le cancer, n'apparait-elle plus maintenant comme une monstruosité, une réaction isolée, mais doit être considérée comme le cas particulier d'une loi générale.

Une dernière question à envisager est celle des relations des différentes sécrétions internes les unes avec les autres. Ces relations sont certaines ; dans bien des cas, plusieurs sécrétions endocrines s'associent en effet dans un même but. Ainsi la thyroïde exerce entre autres fonctions une action sur le métabolisme des hydrates de carbone et son rôle paraît consister à diminuer l'activité glycolytique des tissus. Elle a donc un effet inverse de celui du pancréas. Mais, d'une part, les sécrétions thyroïdienne et pancréatique ne sont pas les seules à agir sur la glycémie ; le foie, la partie médullaire des surrénales, le lobe postérieur de l'hypophyse, les parathyroïdes interviennent aussi ; d'au-

Digitized by Google

tre part, la thyroïde exerce d'autres actions : elle augmente l'activité neuro-musculaire et par ce mécanisme favorise la consommation du sucre ; de plus, d'après Mme Parhon, elle exagère la transformation du glycogène en glycose par le foie. On conçoit ainsi combien est complexe le mécanisme qui détermine la glycosurie et comment ce symptôme peut se rencontrer dans deux états opposés, hyperthyroïdie et hypothyroïdie.

Ces associations fonctionnelles peuvent s'accompagner de retentissement anatomique. Ainsi, par exemple, bien que l'action du thymus ne soit pas encore nettement élucidée, on sait que cette glande réagit aux diverses incitations venant de la thyroïde. Mais, là encore, le problème est complexe : après la thyroïdectomie, le thymus a été trouvé soit augmenté, soit diminué de volume, suivant l'espèce animale considérée, suivant l'âge de l'individu opéré et suivant le temps écoulé depuis cette opération. De même, l'hyperthyroïdation expérimentale entraîne des modifications du thymus ; mais l'atrophie ou l'hypertrophie de la glande est liée à des conditions accessoires, en particulier au régime auquel sont soumis les animaux : comme l'a montré Courrier, la glande s'atrophie et dégénère si l'alimentation est insuffisante ; elle augmente, au contraire, de volume si les animaux sont abondamment nourris et maintenus comme l'on dit en bilan positif. Bien plus, d'après les recherches pratiquées par MM. Dustin et Zunz chez des individus normaux ayant succombé rapidement en pleine santé après des traumatismes par projectiles de guerre, il y aurait un balancement constant entre le développement du thymus, chez l'adulte jeune, et celui de la thyroïde ; si bien que l'équilibre normal de la nutrition peut être obtenu soit avec une grosse thyroïde et un petit thymus, soit avec une petite thyroïde et un gros thymus.

Le problème des relations fonctionnelles des différentes glandes à sécrétion interne est donc extrêmement complexe. Devant la déficience ou l'hyperactivité de l'une d'entre elles, les autres, au moins celles qui concourent aux mêmes fonctions, agiront différemment, suivant les prédispositions individuelles de chacun, suivant certaines conditions accessoires provenant du régime ou du milieu ambiant, et suivant les modalités de l'agression primitive. Elles peuvent de plus être influencées pour leur propre compte par l'agent morbide en cause. On conçoit, par suite, combien il faut être réservé avant de qualifier de syndrome pluriglandulaire un état morbide ; une telle appellation doit être réservée soit aux cas rares, à la vérité, où une même cause atteint à la fois plusieurs glandes, soit à ceux où, par suite d'une prédisposition spéciale, l'atteinte d'une glande porte principalement ses effets secondaires sur telle glande à l'exclusion des autres.

Ainsi, les sécrétions internes occupent dès maintenant une place importante en physiologie et en pathologie ; pourtant, bien peu d'entre elles sont connues dans leur nature même et ont pu être isolées. Quand les progrès de la technique auront permis de les recueillir et de les étudier directement, nul doute qu'il en résultera une connaissance plus précise des différents phénomènes de la vie.

Dr Garnier,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin de l'Hôpital Lariboisière.

REVUE INDUSTRIELLE

LE CHAUFFAGE DES CHAUDIÈRES AU CHARBON PULVÉRISÉ

L'intérêt suscité dans le monde industriel par le chauffage au charbon pulvérisé semble aller en grandissant, et ce, à juste titre, en raison des avantages certains que le nouveau mode de combustion est à même de procurer à tous les gros consommateurs qui utilisent des combustibles minéraux soit sous les chaudières, soit dans les fours industriels.

A l'heure actuelle, où la lutte entre nations se place sur le terrain économique, personne ne peut ou même ne doit rester indifférent à toute solution qui peut avoir pour résultat de procurer une économie des précieuses calories que représentent les gîtes de combustible de notre pays. On le doit d'autant moins que nous ne sommes pas favorisés à ce sujet, puisque la France n'arrive qu'au sixième rang eu égard à la richesse en houille de son sous-sol.

En effet, il ne renfermerait que 17 milliards de tonnes de houille, alors que l'Angleterre a une réserve de près de 200, l'Allemagne 410 et l'Amérique plus de 2.000 milliards de tonnes.

Nous devons donc aider, dans toute la mesure de nos moyens, à ménager cette réserve tout en contribuant par surcroît à la production économique de tout ce qui exige l'emploi des combustibles solides qui seront seuls en cause ici.

Nous décrirons la Centrale électrique des mines de Bruay où, depuis janvier 1922 (c'est-à-dire depuis trois ans), les seize chaudières, de l'une des deux chaufferies, ont leur foyer chauffé *au charbon*

Digitized by Google

pulvérisé (1) et où dans l'autre chaufferie dix chaudières Stirling de 713 mètres carrés de surface de chauffe sont en cours d'installation, avec des foyers identiques.

cyclones des dispositifs de captation des poussières des criblages mécaniques ;

2° *Cas d'application aux autres industries :*

a) *Avantages provenant de ce que la température*

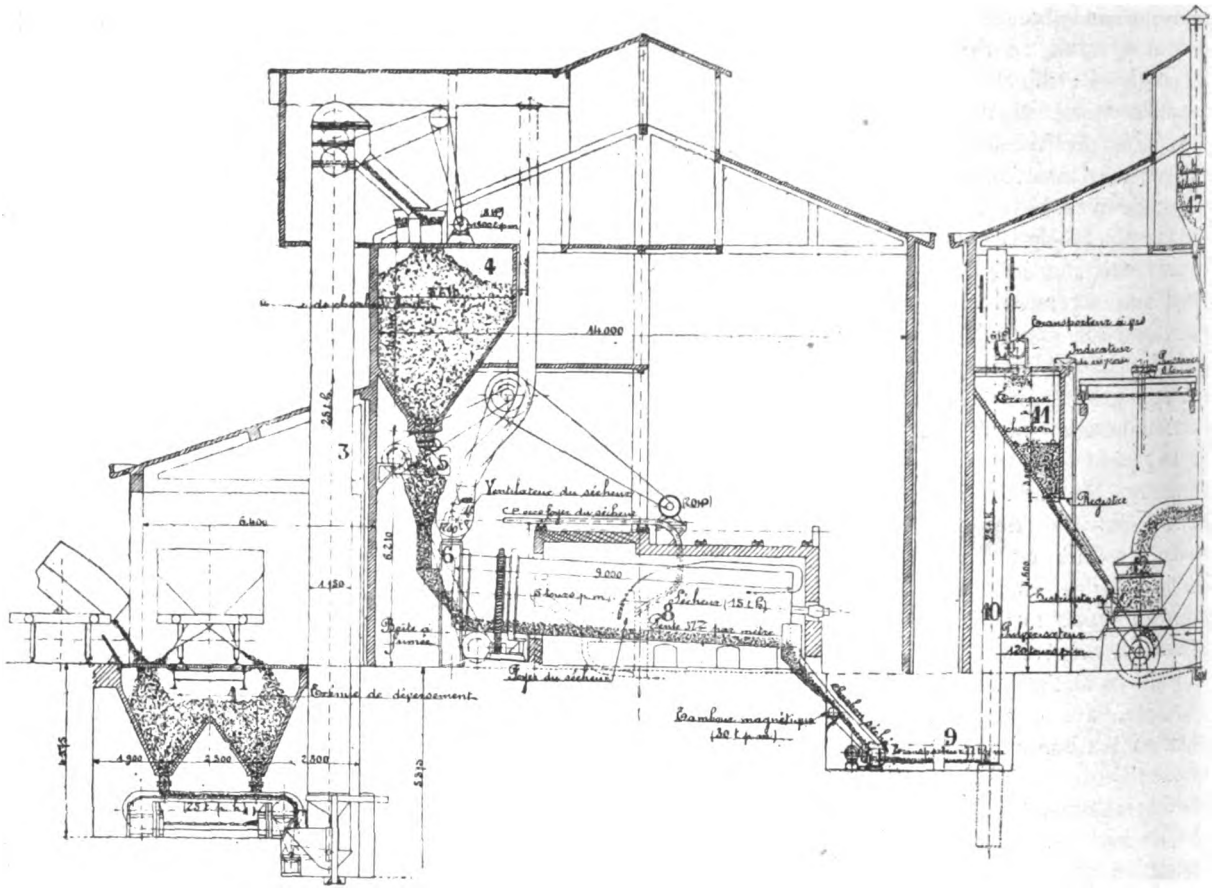


FIG. 137 et 138.— Coupe transversale du dispositif général d'utilisation des combustibles pulvérisés, à Bruay.

FIG. 137. — 1. Trémie de déversement du charbon brut. — 2. Transporteurs métalliques de 25 T. H. — 3. Deux élévateurs de 25 T. H. — 4. Trémies de charbon brut. — 5, Distributeur. — 6. Boîte à fumée du sécheur. — 7. Ventilateur du sécheur. — 8. Sécheur rotatif.— 9. Transporteur à vis du charbon séché. — 10. Deux élévateurs de 25 T. H. — 11. Trémies à charbon séché. — 12. Pulvérisateur à galets. — 13. Ventilateur du pulvérisateur. — 14. Refoulement du C P dans cyclone de dépoussiérage. — 15. Cyclone de dépoussiérage. — 16. Retour d'air au pulvérisateur. — 17. Cyclone de récupération.

Avantages principaux du chauffage au C. P.

Nous énumérerons de façon succincte les divers avantages qui peuvent être recherchés en adoptant le chauffage au C. P.

1° *Cas d'application aux Mines* :

Utilisation de charbons très cendreux, réputés invendables ;

Utilisation des ultras-menus, même si leurs cendres sont très fusibles ;

Possibilité de dépoussiérer tous les charbons passant aux lavoirs ;

Possibilité d'utiliser les produits rejetés des

(1) Au cours de cette note, il nous arrivera d'abréger en mettant C. P. pour charbon pulvérisé.

est plus élevée que par tout autre mode de chauffe :

Permet d'abréger la durée totale d'une opération thermique, en réalisant, dans la plupart des cas, une économie de combustible ;

Permet d'augmenter la production, à quantité égale de combustible ;

La période de réchauffage se trouve abrégée ;

Emploi indiqué du C. P. dans les installations travaillant avec une forte perte par les fumées.

b) *Avantages provenant du fonctionnement plus économique de l'installation :*

Permet d'atteindre les mêmes températures avec un combustible coûtant moins cher ;

S'accommode mieux des changements dans la qualité du charbon utilisé ;

Digitized by Google

Permet la suppression des récupérateurs dans les fours ;

Permet de travailler avec une flamme fortement réductrice et d'obtenir une amélioration de la qualité des produits.

L'on peut donc, avec le nouveau mode de chauffe, poursuivre bien des buts différents, puisque l'on peut opter pour l'un ou l'autre ou même simultanément pour plusieurs des avantages énumérés en leur sacrifiant ceux que l'on considère comme accessoires.

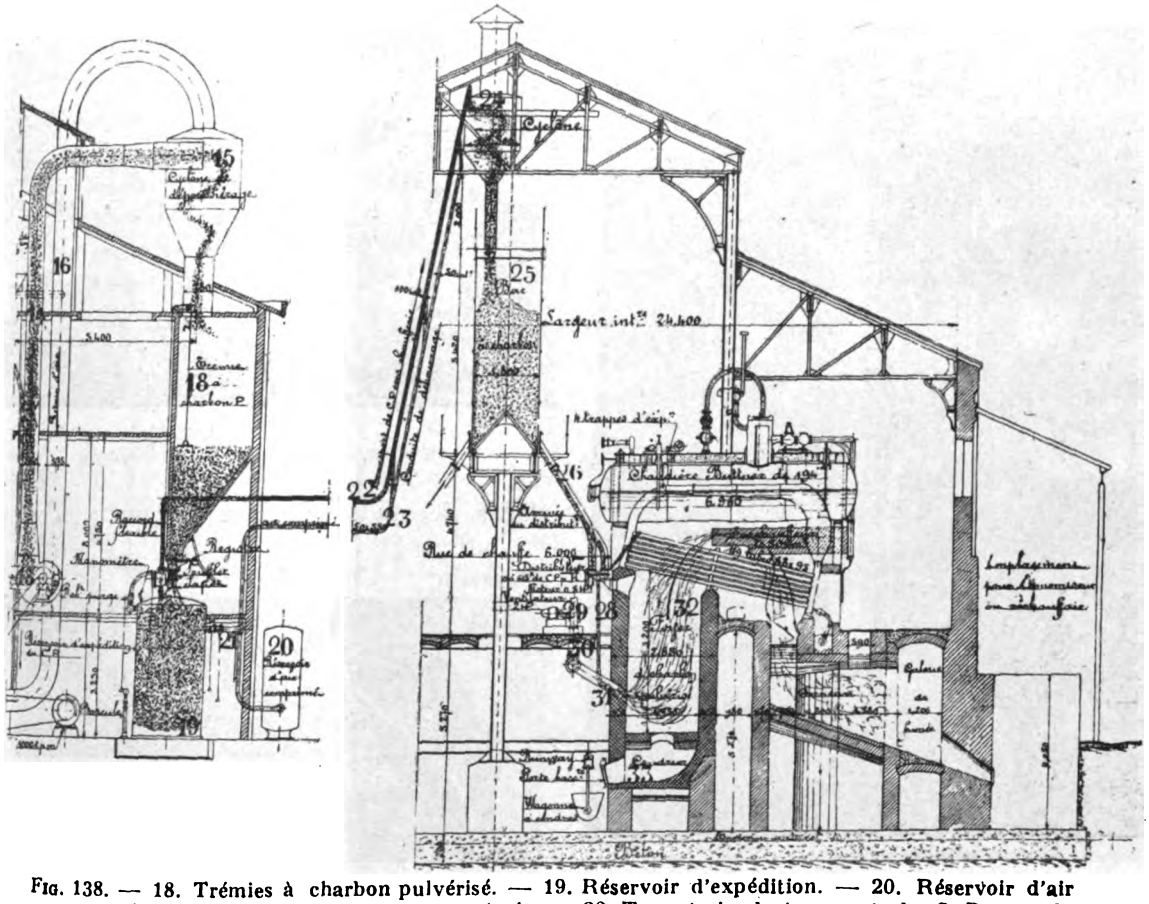


Fig. 138. — 18. Trémies à charbon pulvérisé. — 19. Réservoir d'expédition. — 20. Réservoir d'air comprimé. — 21. Tuyauterie d'air comprimé. — 22. Tuyauterie de transport du C. P. vers la chaufferie. — 23. Conduite de débourrage. — 24. Cyclone à air comprimé. — 25. Bac à charbon pulvérisé. — 26. Goulottes de descente du C. P. au distributeur. — 27. Distributeur de charbon pulvérisé. — 28. Tuyauterie de descente du C. P. au brûleur. — 29. Ventilateur de chauffage. — 30. Tuyauterie du ventilateur. — 31. Brûleur. — 32. Foyer à charbon pulvérisé. — 33. Cendrier.

c) *Avantages dus au fonctionnement automatique* :

Mise rapide en marche ;

Réglage rapide, grande souplesse ;

Permet de régler exactement la température ;

Réduction de la main-d'œuvre. Un bon chauffeur, avec un personnel médiocre, suffit ;

La production est accrue, par la suppression des périodes de décrassage ;

Son emploi est indiqué, quand le parc à charbon est éloigné et que les foyers sont dispersés en divers points de l'usine ;

Permet l'emploi d'unités plus fortes, les dimensions des chaudières n'étant plus limitées par la surface des grilles ;

La conduite de l'installation se réduit à une surveillance peu pénible.

Pour notre Centrale, alimentée par le charbon que nous extrayons, nous avons visé avant tout à réaliser :

a) La combustion, aussi économiquement que possible, de combustibles très menus, très cendreux, qui, jadis, étaient laissés pour inutilisables ;

b) A dépoussiérer systématiquement les charbons destinés à être lavés, en vue de faciliter le lavage tout en évitant la production de cette boue charbonneuse connue sous le nom de schlamms ;

c) A réduire la main-d'œuvre dans la chaufferie proprement dite :

d) A améliorer les conditions du travail de l'intéressante catégorie d'ouvriers occupés à la production de la vapeur.

Pour entrer dans la voie de la recherche de ces désidérata, l'on s'imposa d'appliquer le nouveau

Digitized by Google

mode de chauffe à la chaufferie de la centrale électrique de Labuissière, où 16 chaudières se trouvaient devoir être dotées de foyers.

Sur les recherches et essais qui précédèrent cette première application en grand, nous nous bornerons

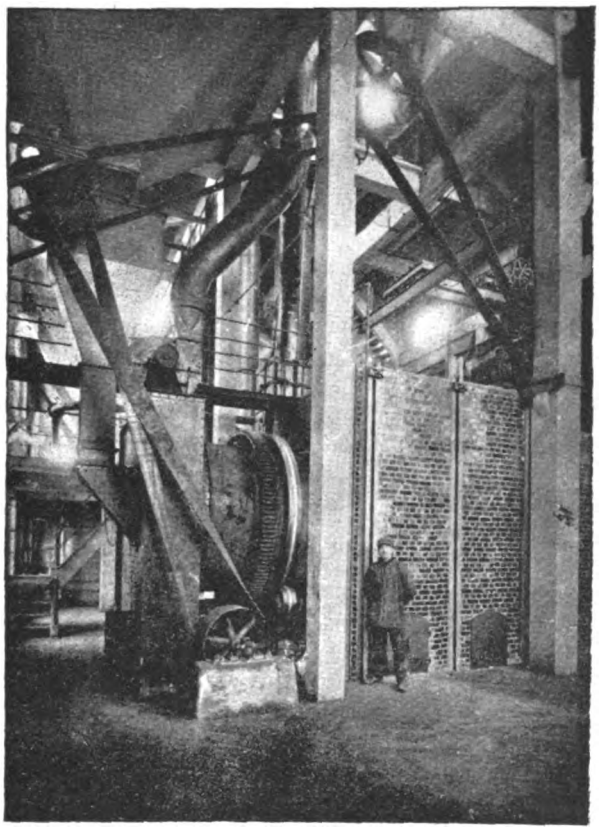


Fig. 139. — Tête du séchoir avec boîte à fumée.

à renvoyer le lecteur que la chose intéresse, à ce que nous avons déjà publié sur ce sujet (1).

Nous en viendrons donc de suite à la description de l'installation définitive, celle précisément qui fonctionne d'une manière tout à fait satisfaisante depuis trois ans.

Description de l'installation

La production de la vapeur nécessaire à la Centrale est assurée par deux chaufferies installées suivant les indications de la figure 141.

Chacune d'elle comporte une batterie de 16 chaudières « Buttner » de 194 mc. de surface de chauffe.

La première chaufferie est encore actuellement dotée de foyers mécaniques, mais sera sous peu pourvue d'une installation identique à celle de la deuxième chaufferie où tous les foyers sont chauffés au C. P.

Nous avons indiqué sur la figure 142 les deux

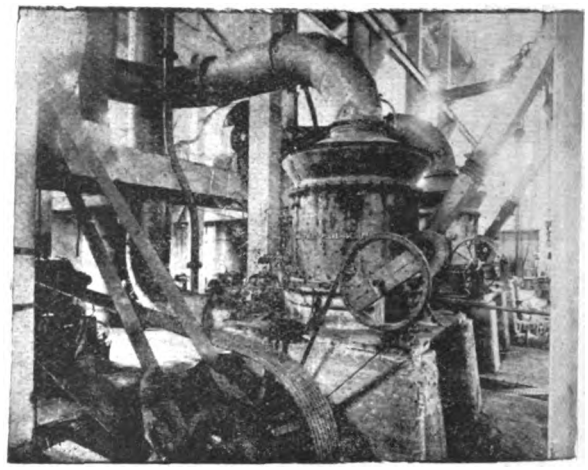


Fig. 140 — Pulvérisateur à galets.

stades, le stade actuel se référant aux parties hachurées.

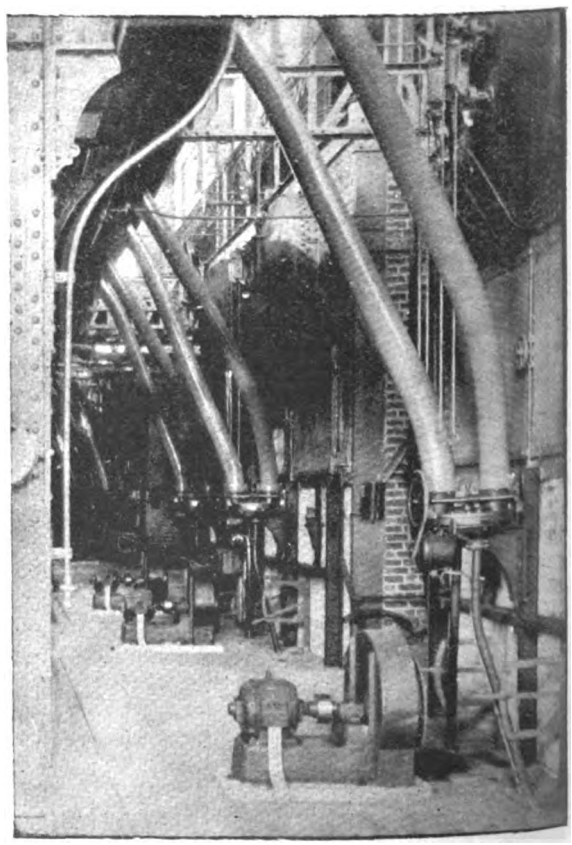


Fig. 141. — Chaufferie de la Centrale électrique de Bruay.

L'installation comporte une centrale de pulvérisation commune aux deux chaufferies, et dont

(1) Voir *Revue de l'Industrie minérale* du 15 septembre 1922 (35 pages et 25 figures) ou *Chaleur et Industrie*, supplément d'octobre 1922 et n° d'août 1923.

Digitized by Google

l'emplacement nécessitait le transport du C. P. à la seconde chaufferie. La distance entre le réservoir d'expédition et le silo de chaufferie le plus éloigné étant d'environ 120 mètres, ce transport s'effectue par de l'air comprimé à 3 kg. 5, dans une conduite d'expédition de 100 mm. de diamètre.

Nous avons établi un ensemble schématique (fig. 137 et 138) dans lequel les appareils sont pla-

9° Distribution aux divers silos d'emmagasinement de la chaufferie ;

10° Descente et distribution (dosage) à chacun des brûleurs ;

11° Soufflage de l'air nécessaire à la combustion ;

12° Injection dans le foyer du mélange d'air et de C. P. ;

13° Combustion dans le foyer ;

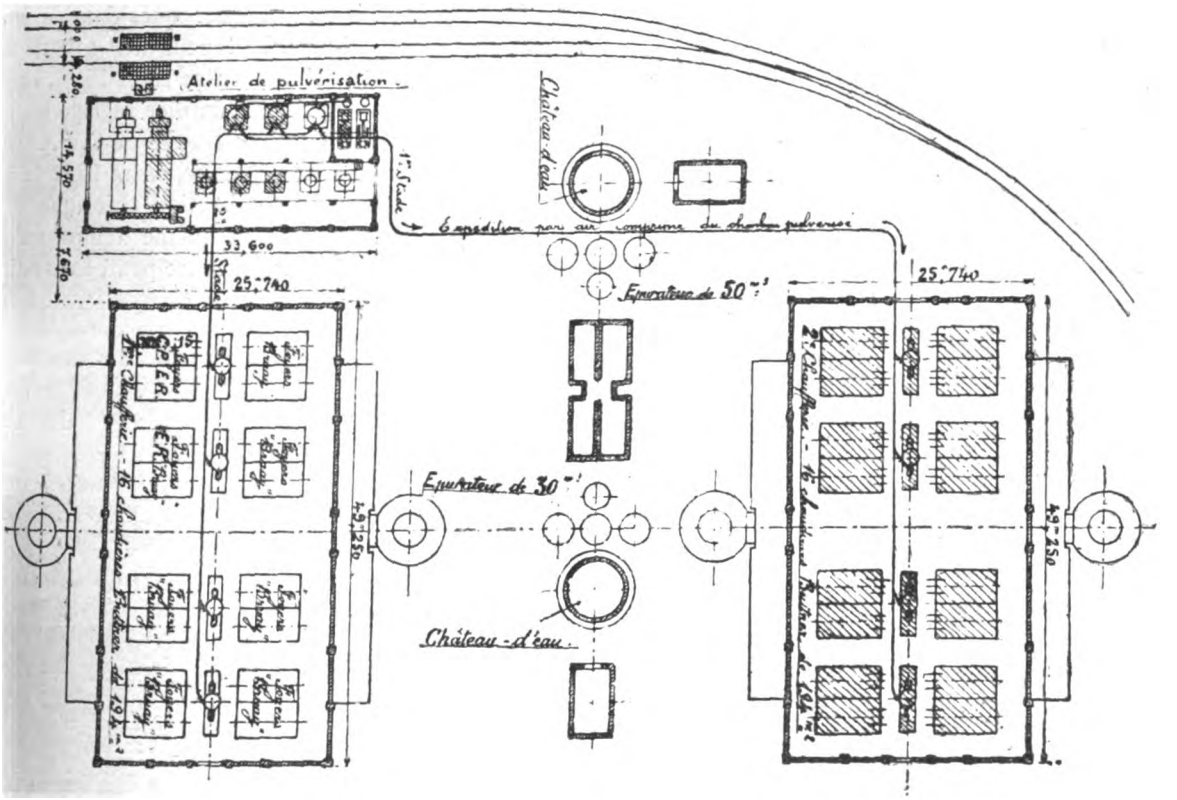


FIG. 142 — Schéma général des Installations de chauffage au charbon pulvérisé.

cés, non pas dans leurs plans respectifs réels, mais dans l'ordre chronologique de la succession des opérations, et celui-ci se présente comme suit en lisant le tracé de la gauche à la droite :

1° Amenée et déversement du charbon brut (dans notre cas des fines de petit calibrage) ;

2° Élévation du charbon brut en silo ;

3° Séchage du charbon brut ;

4° Séparation au moyen d'un tambour magnétique des débris métalliques, entraînés avec le charbon ;

5° Élévation et emmagasinement du charbon séché ;

6° Pulvérisation du charbon séché ;

7° Transport pneumatique et emmagasinement du charbon pulvérisé, dans des silos surmontant le dispositif d'expédition ;

8° Expédition du charbon pulvérisé vers le lieu d'utilisation ;

14° Parcours des gaz dans la chaudière ;

15° Evacuation des cendres.

La légende de ce schéma donne la désignation des appareils correspondant au cycle des opérations.

Il est à remarquer :

1° Que le concassage du charbon n'y figure pas, à l'encontre de ce qui est mentionné dans la plupart des notices sur la matière. Nous considérerions en effet (dans notre cas) comme une hérésie pure, le fait d'approvisionner d'autre sorte de houille que les fines 0-3 provenant du dépoussiérage effectué à sec au Lavoir central (ou au maximum des fines 0-10) ;

2° Qu'il a été prévu des silos intercalaires entre les principaux appareils pour régulariser le fonctionnement de l'ensemble.

Puissance absorbée pour la préparation du C. P.

Nous avons relevé la puissance absorbée par

Digitized by Google

l'ensemble des appareils de l'atelier de pulvérisation.

Celle-ci est actuellement d'environ 15 kwh par tonne de C. P. pour toutes les opérations : manutention, séchage, pulvérisation, emmagasinement, expédition par l'air comprimé, distribution et insufflation dans le foyer.

Personnel occupé

Pour l'atelier de pulvérisation, il faut compter :

3 hommes par poste de 8 heures, dont :

1 surveillant chargé de la conduite de l'atelier et des expéditions ;

1 graisseur chargé de la marche du sécheur et du graissage des appareils ;

1 wagonneur chargé de l'approvisionnement en charbon brut et capable d'aider entre temps à l'entretien et au nettoyage de l'atelier.

Dans la chaufferie, il faut avoir aussi 3 hommes par poste, dont :

1 chef-chauffeur responsable de la conduite de la chaufferie et de l'alimentation ;

1 aide à la surveillance et au graissage des appareils, au soufflage des tubes et aux extractions périodiques ;

1 préposé à l'enlèvement des cendres.

QUELQUES OBSERVATIONS ET RÉSULTATS D'ESSAIS

Analyse des gaz de combustion

Nous reproduisons ci-après (fig. 143) trois graphiques relevés pendant la chauffe au moyen d'un enregistreur automatique à trois moments différents.

L'on voudra bien remarquer que, dans le premier de ces graphiques, la teneur CO^2 a varié de 12 à 15 %, dans le suivant entre 13 et 15 %, enfin dans le troisième, après un dernier réglage (et en marchant avec une extrême finesse de C. P.), nous avons tenu d'une façon régulière, entre 15 et 17 %, c'est-à-dire presque la combustion théorique.

Nous avons constaté en même temps qu'un ouvrier simplement consciencieux peut, sans autre effort qu'un peu d'attention, marcher couramment entre 13 et 16 % de CO^2, ce qui est extrêmement satisfaisant.

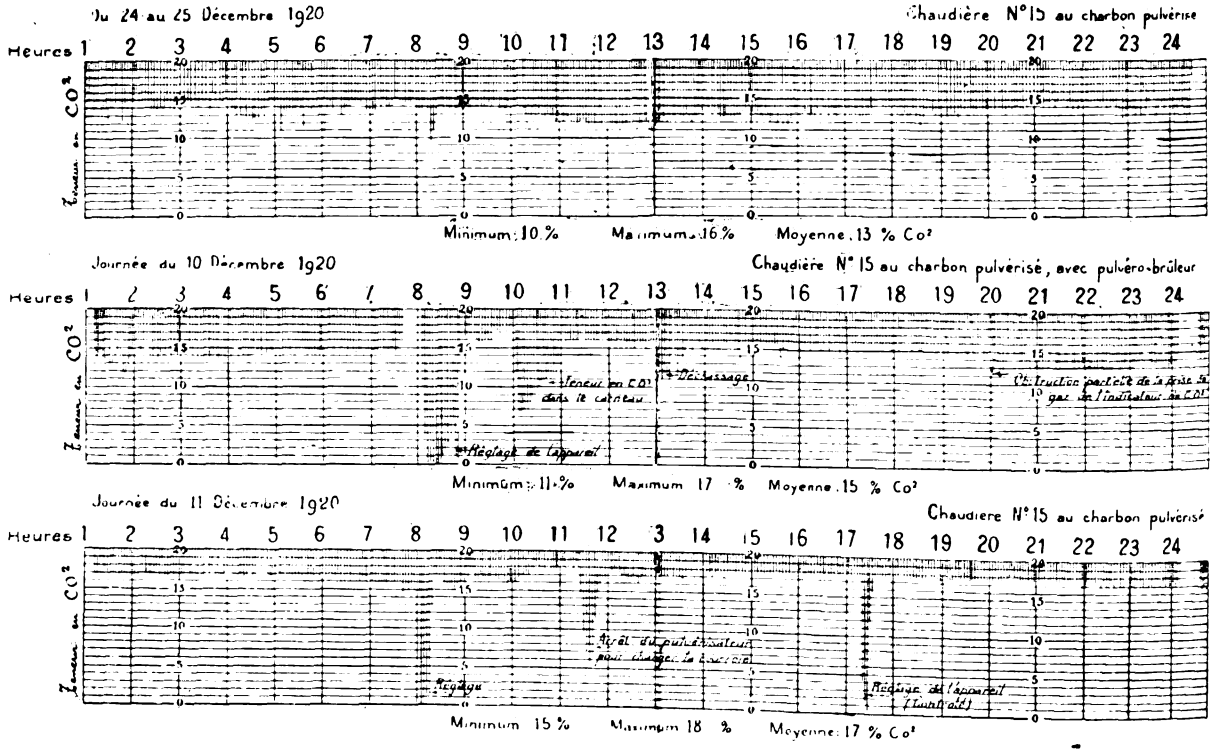


FIG. 143. — Graphique de chauffe.

Période de fonctionnement ininterrompu d'une chaudière

Dans les chaufferies de notre centrale électrique, une chaudière est tenue en feu durant 120 à 150 jours, en marche ininterrompue de 24 heures, et si nous relatons ce détail, c'est que nombre de personnes

Digitized by Google

ne croient pas à une telle durée, sans retouche de revêtement réfractaire des chambres de combustion. Or, après ce laps de temps, nous trouvons les briques revêtues d'un glacis de cendres fondues, de quelques millimètres d'épaisseur; certaines de ces briques ne présentaient pas, après deux ans de service, de trace d'altération sensible en dessous de la croûte vernissée.

Prix de revient de la tonne de vapeur

L'essai, dont nous allons donner les résultats dans le tableau ci-après, a porté à la fois sur 11 chaudières Buttner de 194 mc. de surface de chauffe de la chaufferie n° 1 et sur 11 chaudières de la chaufferie n° 2 identiques à celles-ci, à l'exception toutefois que les premières étaient dotées de foyer mécanique à barreaux mobiles (type Bruay de 1904) tandis que les dernières sont chauffées au charbon pulvérisé.

L'examen du tableau ci-contre comporte quelques remarques :

DÉSIGNATION	Chaufferie n° 1 grilles mécaniques	Chaufferie n° 2 charbon pulvérisé
Nombre de chaudières en feu	11	11
Nombre de chauffeurs par 24 h...	27	4
Nombre d'ouvriers au total par 24 heures.....	45	31
Dépenses en main-d'œuvre.....	22.073 fr.	14.444 fr.
Bois pour allumage des feux.....	50 fr.	150 fr.
Pouvoir calorifique du charbon employé.....	6.926 cal.	6.349 cal.
Prix d'ordre de la tonne de charbon (1)	46 fr.	42 fr.
Consommation de charbon en tonnes	3.183 tonnes	3.804 tonnes
Dépense totale en charbon	146.418 fr.	159.768 fr.
Consommation d'énergie électrique (Prix d'ordre du KWH 0 fr. 15)	8.346 fr.	15.598 fr.
Dépense d'huile de graissage	130 fr.	2.486 fr.
Frais de réparation	mémoire	mémoire
Montant total des dépenses pendant 30 jours.....	177.017 fr.	192.446 fr.
Production de vapeur	12.571 T.	23.344 T.
Consommation de charbon brut par tonne de vapeur.....	0 T. 253	0 T. 163
Chiffre de référence	100	64, 4
Prix de la tonne de vapeur	14 fr. 08	8 fr. 24
Chiffres de référence.	100	58, 52
Economiseurs dans le circuit des gaz	4 Green	Des économiseurs Kaulitz vont être installés.

Disons tout d'abord que la différence en faveur de la chaufferie n° 2 est encore plus grande en réalité qu'elle n'apparaît.

En effet, cette chaufferie n'est pas encore dotée, comme la première, des 4 économiseurs de 446 mc. chacun, que nous avions projetés d'y monter.

Si donc, pour rendre les résultats tout à fait comparables, on lui appliquait d'office l'économie de combustible de 7 % due à la présence de ces accessoires complémentaires, les prix de la tonne de vapeur à comparer entre eux deviennent respectivement :

14 fr. 08 et 7 fr. 76

c'est-à-dire que les chiffres de références passent respectivement à 100 à 55,11, autrement dit, l'économie totale à attribuer à la chauffe au C. P. serait de plus de 44 %.

Nous reconnaissons que le point faible, le point critiquable même, de cette comparaison, réside dans ce qu'elle est faite avec, d'un côté, des appareils tout nouveaux, et de l'autre avec des foyers mécaniques d'un type démodé remontant à 1904 qui, s'il constituait à l'époque un progrès sur la chauffe à la main pour les charbons cendreux, s'est trouvé depuis distancé très notablement par des chargeurs nouveaux.

Pour cette raison, nous avons, intentionnellement, négligé les frais de réparation qui ne peuvent être établis que sur une moyenne annuelle, et ne sont comparables que si les installations sont sensiblement de même âge.

Souplesse de vaporisation

Parmi les diverses observations qui nous ont permis de contrôler les grandes variations d'allure qu'il est possible d'obtenir avec le chauffage au C. P. signalons celles de la journée du 4 mai 1923 pendant laquelle l'écart extrême des puissances débitées atteint 225 %, tandis que celui des pressions de vapeur n'a pas dépassé 12 %.

En outre, vingt minutes après l'arrêt de l'alimentation en C. P., la vaporisation horaire tombe de 3.400 kgs à 800 kgs, et, après plus d'une heure d'arrêt, la vaporisation de régime peut être obtenue 11 minutes seulement après la remise en marche.

Cette grande souplesse est particulièrement précieuse dans le cas d'une chaufferie desservant une centrale électrique soumise à des variations très brusques de demande d'énergie.

Nous espérons que ces quelques renseignements auront intéressé les lecteurs qui ont suivi les progrès de ce nouveau mode de chauffe, et nous nous tiendrions pour satisfaits si cet exposé pouvait les aider dans leur propre tentative.

SOHM,
Ingénieur en chef des Travaux du jour des Mines de Bruay.

(1) L'on a pris comme base du prix des menus à 7.500 calories, 50 francs la tonne (prix d'ordre).

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1925). — *Théorie des fonctions.* Étendant la définition de la dérivée, M. *A. Kolmogoroff* montre que si $\Sigma 3^{-n}\cos 3^n x$ possède une dérivée sur un ensemble de mesure > 0 cette dérivée n'est pas mesurable. De même, si, sous certaines conditions, on pouvait sommer $\Sigma \sin 3^n x$ la somme ne serait pas mesurable $\mathcal{L}$.

Analyse. 1 et 7. M. *Georges Giraud* étudie le problème de Dirichlet pour les équations :

$$F\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2}, \ldots, \frac{\partial^2 u}{\partial x_m^2}\,;\ \frac{\partial u}{\partial x_1},\ \ldots,\ \frac{\partial u}{\partial x_m}\,;\ u;\ x_1,\ \ldots,\ x_m\right) = 0$$

du type elliptique. Il montre que sous des conditions diverses et très larges, les solutions sont indéfiniment dérivables, ou analytiques, ou prolongeables analytiquement au delà de la frontière. Il compare en outre ses résultats à ceux de M. Serge Bernstein.

2. Généralisant ses résultats antérieurs sur l'équation de Pell, M. *F. Defourneaux* utilise les polynomes électrosphériques pour la résolution de l'équation $Mx^2 - Ny^2 = 1$ ou 2 ; cette équation se rattache d'ailleurs à l'équation $x^2 - MNy^2 = 1$.

3. M. Banach et M. Wiener ont montré récemment que des champs fonctionnels importants décrits par M. *Maurice Fréchet* appartiennent à une catégorie bien définie d'espaces abstraits. Moyennant des conventions très générales, ce dernier auteur établit que les champs précédents appartiennent eux-mêmes à une famille plus ample : celle des espaces affines abstraits qui comprend, en particulier, l'espace des fonctions entières.

4. Comme généralisation de ses travaux sur les transformations ponctuelles, M. *G. Kowalewski* montre, notamment, que pour chacun des groupes irréductibles plans de transformations de contact G_{10}, G_7, G_6, il existe deux transformations infinitésimales X, Y, telles que les symboles $[XY]$, $[X,(XY)]$, $[Y,(XY)]$.. . épuisent entièrement le groupe.

5. M. *Angelesco* établit diverses relations entre des fonctions développables respectivement suivant les polynomes $A_n(x)$ et $B_n(x)$, avec $e^x A_n = (e^x B_n)^{(n)}$; il suppose successivement que A_n, puis que B_n appartient à la classe de M. Appell.

6. Par une méthode nouvelle et très simple M. *André Roussel* établit la semi-continuité des intégrales des problèmes réguliers du calcul des variations ; le procédé qu'il emploie lui fournit des cas de semi-continuité plus généraux que ceux des énoncés classiques.

8. M. *Gaston Julia* envisage les séries $\Sigma a_n R_n'(z)$ où R_n est la $n^{\text{ième}}$ itérée de la fonction rationnelle $R(z)$; si Σa_n est convergente, la première série représente une fonction holomorphe ou méromorphe dans le domaine d'un point double attractif, α. L'auteur étudie la possibilité de représenter une fonction holomorphe en α suivant une série de cette forme. Le prolongement au delà du cercle de convergence et l'étude des dérivées sur le cercle soulèvent d'intéressants problèmes qui amènent notamment l'Auteur à généraliser la série de Weierstrass $\Sigma a_n z^{d^n}$.

9. Après avoir formulé un théorème sur les courbes de convergence des séries $\Sigma \frac{A_n}{P_n x_j}$ procédant suivant les inverses d'une suite de polynomes, M. *N. Abramesco* en fait l'application aux polynomes de M. Faber et à ceux de Tchebischef.

10. M. *Léon Pomey* donne trois théorèmes généraux sur le domaine de convergence des solutions des équations intégro-différentielles linéaires aux dérivées partielles.

11. Comme l'indique M. *Georges Valiron*, la théorie des fonctions elliptiques fournit des exemples très simples de fonctions entières d'ordre nul vérifiant des équations différentielles algébriques.

Mécanique. Comme complément à ses résultats antérieurs, M. *J. Sudria* obtient pour les fonctions de deux positions infiniment voisines d'un trièdre mobile, invariantes pour les groupes euclidiens, des expressions nouvelles, qui trouvent une application dans l'électromagnétisme.

Mécanique céleste. M. *P. Fatou* étudie la stabilité de la trajectoire d'un mobile soumis à l'attraction d'un sphéroïde aplati ; la méthode fournit des résultats plus complets que ceux qui proviennent de l'intégrale de Jacobi.

Aéronautique. Poursuivant ses recherches récentes sur le vol plané dans un vent de direction variable M. *A. Alayrac* déduit de l'intégration des équations différentielles du mouvement la conséquence suivante : un oiseau de faible poids (et de faible vitesse) pourra utiliser plus facilement les variations de vent qu'un appareil plus lourd : l'Auteur suppose d'ailleurs que l'appareil possède une inertie de rotation négligeable, ce qui diffère de l'hypothèse Rateau-Bréguet.

Électro-optique. Dans la théorie des quanta, M. *Louis de Broglie* a été amené à supposer l'existence d'un phénomène périodique, lié à tout électron, et dont la vitesse de propagation serait supérieure à c. L'auteur explique ce paradoxe par la superposition d'une onde convergente à une onde divergente se propageant avec la vitesse c.

René GARNIER.

Astronomie

Applications astronomiques des lampes à trois électrodes. — Dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes* de 1925, M. le Général Ferrié a inséré une fort intéressante notice sur « Les tubes à émissions électroniques et leurs applications à l'astronomie ». Laissant de côté ce qui est relatif à la description de ces tubes et à leur emploi en T. S. F. ou en électricité, nous nous contenterons de résumer les applications astronomiques qui sont d'origine toute récente et moins connues.

1. *Application aux problèmes de l'heure.* Dans la détermination astronomique de l'heure, au lieu de faire « toper » à la main, par l'intermédiaire d'un contact électrique, les instants où une étoile passe derrière les fils de réticule d'une lunette méridienne, de manière à inscrire ces instants sur un chronographe en même temps que les battements de la pendule directrice, il est possible de réaliser automatiquement cette inscription sans

Digitized by Google

l'intervention de l'opérateur et de supprimer ainsi l'équation personnelle de ce dernier. Cette réalisation n'a encore été obtenue facilement que pour des étoiles très brillantes, mais la sensibilité du dispositif sera certainement augmentée.

A la place de l'œil de l'observateur, on dispose une cellule photo-électrique au potassium, convenablement protégée contre la lumière extérieure. Cette cellule est associée à une lampe à trois électrodes. Toutefois, à la place du galvanomètre, on intercale dans le circuit plaque une résistance de 50.000 ohms aux bornes de laquelle la tension est encore amplifiée par un dispositif d'amplification « à courant continu » au moyen d'une nouvelle lampe à trois électrodes. C'est dans le circuit plaque de cette seconde lampe qu'est placé un galvanomètre Dufour à enregistrement photographique (modèle des Sections militaires de repérage par le son). Le courant photo-électrique, dû à l'action de la lumière de l'étoile sur la cellule et amplifié par la lampe, trace sur l'appareil enregistreur photographique un trait continu. Lorsque l'étoile est masquée par un fil du réticule, le courant photo-électrique s'annule et il se produit un crochet sur l'enregistrement. Les battements de la pendule directrice sont inscrits automatiquement sur la même bande. On peut déterminer les heures des passages d'une étoile derrière les fils avec une approximation de l'ordre du centième de seconde, en donnant une vitesse convenable au déroulement de la bande.

M. Jouaust a obtenu divers enregistrements à l'Observatoire de Paris, notamment avec l'étoile Véga, en faisant usage d'une lunette de 28 cm. d'ouverture. L'amplitude de la déviation du tracé sur l'appareil enregistreur atteignait environ 1 cm. pour cette étoile.

Le rôle des tubes et lampes à émissions électroniques est également très important dans les procédés permettant d'améliorer la conservation de l'heure. Ce problème se borne à la connaissance de la marche d'un certain nombre de pendules dont on détermine périodiquement l'état par des observations astronomiques (détermination de l'heure). Il est donc nécessaire de pouvoir compter sur l'isochronisme des battements des pendules qu'on compare les unes aux autres par diverses méthodes (coïncidences, enregistrement). Les intervalles de temps qui séparent deux contacts électriques consécutifs, correspondant aux oscillations successives du balancier d'une pendule, ne sont pas rigoureusement égaux, car ils sont produits par les dents d'une roue dentée, dont la taille n'est jamais absolument parfaite. Des mesures précises, faites au Bureau International de l'Heure, ont montré que ces intervalles présentaient souvent entre eux des différences de l'ordre du centième de seconde. Cette erreur se reporte sur la mesure de l'intervalle qui sépare un topage ou un enregistrement de passage d'étoile, du battement du pendule le plus voisin. Elle peut être éliminée en employant, par exemple, le dispositif schématique suivant :

Sur le balancier de la pendule on fixe un petit miroir concave qui reçoit un faisceau lumineux provenant d'une petite ouverture éclairée par une source lumineuse et une lentille. Ces divers organes sont disposés de telle sorte qu'au moment où le balancier passe par la verticale, le faisceau réfléchi par le miroir vient agir sur une cellule photo-électrique associée à une lampe à trois électrodes. L'action du faisceau lumineux sur la cellule se traduit par la production d'un courant qui détermine un crochet sur l'appareil enregistreur. On obtient ainsi l'enregistrement d'un crochet pour chaque demi-oscillation du balancier, c'est-à-dire chaque seconde avec une horloge astronomique normale. Ces crochets doivent tous être également espacés. Il sera possible, en vérifiant ce fait, de constater éventuellement l'existence d'influence extérieures et, en particulier, l'effet de certains séismes.

Pour la distribution et la réception de l'heure, les lampes à émission électronique ont une importance plus considérable encore. Pour la distribution de l'heure, elles peuvent être employées à la production des ondes hertziennes servant à l'émission des signaux horaires. C'est grâce à elles qu'il a été possible de créer des appareils récepteurs qui permettent d'entendre ou d'enregistrer des signaux horaires (ordinaires ou scientifiques), à des distances quelconques, avec une précision aussi grande qu'on peut le désirer aussi bien pour les besoins de la vie courante que pour les travaux scientifiques, et de réaliser pratiquement l'unification de l'heure. Le Bureau International de l'Heure (Observatoire de Paris) dispose d'appareils récepteurs lui permettant d'enregistrer et de comparer facilement les signaux horaires des grandes stations les plus lointaines, telles que Saïgon (Indochine), et Annapolis (États-Unis). D'autre part, les signaux horaires scientifiques de Bordeaux sont très fréquemment utilisés pour des opérations géodésiques entreprises sur toutes les parties de la Terre (Afrique Centrale, Australie, Canada, etc.), grâce à la perfection des appareils récepteurs constitués au moyen de lampes à trois électrodes.

2. *Photométrie stellaire.* De nombreux essais ont été faits pour utiliser les propriétés des cellules photo-électriques en photométrie stellaire. Les grandes difficultés d'emploi des électromètres de haute sensibilité qui sont nécessaires ont conduit à chercher à amplifier le courant des cellules au moyen de lampes à trois électrodes.

L'ensemble du dispositif, enfermé dans une boîte recouverte d'un écran métallique relié à la terre, était fixé à l'équatorial photographique de façon que la couche sensible de la cellule fût légèrement en arrière du foyer. Capella a donné une variation du courant plaque de 3,5 microampères, B du Bouvier 1 microampère, Θ du Bouvier 0,3 microampère. Ces résultats ont été obtenus avec des appareils improvisés. Un ensemble spécial a été construit depuis et va être mis en service.

3. *Mesure de l'intensité de la pesanteur.* Les dispositifs indiqués plus haut pour obtenir l'enregistrement des oscillations du balancier d'une pendule, sans aucune liaison de celui-ci pouvant troubler sa période, peuvent être appliqués aux pendules libres et permettent de déterminer très exactement leur période en vue de mesurer l'accélération de la pesanteur. Des mesures de ce genre ont déjà été faites à l'Observatoire de Paris.

A. Bc.

Chimie

Étude de la densité du carbone (1). — La densité des charbons, déterminée par évacuation et immersion dans un liquide du charbon complètement évacué, varie avec le liquide employé; elles varie même avec la durée d'immersion dans un liquide donné. Ces variations paraissent résulter de la pénétration, à divers degrés, des différents liquides ou du même liquide selon la durée du contact, dans les pores du charbon, le liquide qui pénètre le plus facilement donnant la plus grande densité. Le degré de la pénétration serait d'ailleurs directement proportionnel à la tension superficielle du liquide employé, et inversement proportionnel à sa viscosité. D'après cette manière de voir, la pénétration étant supposée variable, il en résulte qu'elle n'est vraisemblablement

(1) Howard et Hulett, *Chemistry*, 28 (1924), 1082-1095.

Digitized by Google

jamais complète, donc que cette méthode fournit toujours des résultats trop faibles. En fait, on avait trouvé, pour la masse spécifique du charbon de noix de coco 1,98 g/cm³. Toutefois, une autre hypothèse a été également défendue, celle d'un état de compression variable des divers liquides à la surface du charbon. Il en résulterait que la densité apparente serait supérieure à la densité vraie, et les défenseurs de cette thèse estimaient celle-ci être de l'ordre de 1,6 g/cm³. Ce travail est destiné à départager les deux thèses en présence. Dans un cas comme celui-ci, il est indiqué de prendre comme fluide de remplissage un gaz. Mais la plupart des gaz sont adsorbés par le charbon. Il paraissait y avoir exception pour l'hélium, à la température ordinaire. Les auteurs ont donc adopté l'hélium comme gaz de remplissage, et ont calculé la densité du charbon sur l'hypothèse que l'hélium n'est pas adsorbé. Au reste, ils ont vérifié ensuite la correction de cette hypothèse. La mesure consiste essentiellement à déterminer : 1° Le volume V_1 de gaz nécessaire pour remplir, sous une pression connue, un certain ballon A, tout d'abord vide ; 2° le volume V_2 de gaz requis pour le remplissage du même ballon, sous la même pression, lorsque ce ballon contient une masse connue m de charbon, soigneusement débarrassé de tout gaz occlus par chauffage dans le vide. Il est clair que, si l'hélium n'est pas adsorbé, la masse spécifique du charbon est donnée par l'équation : $\rho = \frac{m}{V_1 - V_2}$ Il est remarquable que l'on ait observé, au cours de ces mesures, un accroissement du volume d'hélium nécessaire pour remplir le ballon en présence du charbon, ceci pour des temps allant jusqu'à 19 heures. Cette circonstance est une preuve frappante de l'extrême finesse des espaces capillaires que comporte le charbon. Sans doute, il en est de dimensions atomiques. Cependant, après 19 heures, le volume de l'hélium restait rigoureusement invariable. Les résultats de ces mesures correspondent à une masse spécifique des charbons presque purs (comme le charbon de sucre soigneusement préparé) très voisine de celle du graphite (2,26 pour le charbon de sucre, au lieu de 2,28 pour le graphite de Ceylon). Ainsi se trouvent confirmés les résultats antérieurs de Debye et Scherrer qui, à la suite d'analyses aux rayons X, concluent qu'il n'y a pas de différence essentielle entre le charbon dit amorphe et le graphite, si ce n'est l'état de division du premier. Asahara est parvenu, de son côté, à la même conclusion. Naturellement, ce graphite divisé peut être en outre plus ou moins souillé d'hydrocarbures. Et nous voyons que l'hypothèse d'une forte adsorption superficielle des liquides par le charbon est à rejeter.

L. Brüninghaus.

Statistique

La Soie artificielle. — L'industrie de la Soie artificielle a pris un développement qu'il n'est pas besoin de souligner ; cependant il est curieux de le représenter par quelques nombres.

En 1900, trois usines signalées ; l'une d'elles, en France à Besançon, produit 150 kilogs par jour au prix de 30 fr. le kilog., une autre en Suisse, à Spretenbach, une autre en Angleterre, à Walston.

Si nous reprenons de 1921 à 1924 le commerce de la soie artificielle, nous constaterons la progression suivante, en tonnes :

	1921	1922	1923	1924 six mois,
Importations en France	163 t.	435 t.	775 t.	926 t.
Exportations	245 »	292 »	220 »	72 »

C'est une importation décuplée en moins de quatre ans, avec une exportation réduite de près des trois quarts dans le même temps. La France apparaît donc grande consommatrice de soie artificielle.

D'après le Commissaire américain du commerce à Londres, on peut estimer la production des divers pays à :

Allemagne	4.700	tonnes environ
France	4.000	» »
Belgique	3.400	» »
Suisse	2.700	» »
Italie	2.700	» »
Angleterre	2.000	» »

Ces nombres sont les plus élevés cités par le statisticien pour l'Europe, et en regard les États-Unis accuseraient plus de 10.600 tonnes.

Mais le développement des usines de la région lyonnaise laisse penser que la France se placera près des États-Unis dans cette production. La production de soie à l'acétate vient en effet de recevoir un développement considérable à la Société des Usines du Rhône.

En Belgique, à la grande usine de Tubize, la production était récemment de 8 à 9.000 kg. par jour, dont 6.000 kg. soie au colladion, 500 à 600 kg. viscose, et 1.000 k. de Célanèse ou soie à l'acétate de cellulose.

L'industrie chimique a donné un grand développement à ces fabrications, et des usines se montent de tous côtés ; aussi le rédacteur de l'*Économiste français*, après avoir discuté la situation et l'avenir de la soie artificielle, n'hésite-t-il pas à terminer par un point d'interrogation.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

Sous-Station électrique commandée à distance. — On emploie depuis un certain temps, pour communiquer entre deux usines d'un même réseau de distribution, les câbles distributeurs eux-mêmes. En réalité, ces câbles rassemblent seulement les ondes radiophoniques, émises dans leur voisinage par un fil parallèle assez court et portées ainsi aux postes récepteurs influencées par un fil local et parallèle. *Cette téléphonie sans fil sur fils* est extrêmement intéressante : elle permet de transmettre des ordres et des communications, aussi loin que sur une ligne téléphonique ordinaire, à l'aide d'un équipement très simple et avec une dépense d'énergie très faible.

Il était plus séduisant encore d'utiliser les *courants porteurs*, à l'exécution directe des manœuvres d'exploitation à distance.

La « Northern Indiana Power C° » vient d'équiper de cette manière ses usines de Kokomo et de Tipton, distantes de 65 km. La seconde usine ne comprend plus aucun opérateur : les manœuvres nécessaires à la mise en marche ou à l'arrêt de ses machines sont commandées de Kokomo.

Digitized by Google

La sous-station de Tipton, qui dessert une population de 5.000 habitants, reçoit, en outre, son énergie de Noblesville. Les deux centrales, Kokomo et Noblesville, sont ainsi reliées par des lignes à 73.000 volts à la sous-station de Tipton.

Les appareils du tableau de Kokomo permettent à l'électricien de savoir quelles sont les opérations à effectuer. Il envoie alors, dans la ligne, un courant de haute fréquence, qui peut ouvrir ou fermer le commutateur reliant Tipton à Kokomo ou à Noblesville; il utilise, à cet effet, un cadran à doigtier analogue au cadran des téléphones automatiques.

L'antenne de la sous-station de Tipon reçoit les courants à haute fréquence et les transmet à un poste récepteur à cinq lampes amplificatrices à décharge électronique; du dernier amplificateur, les courants passent à des relais sélecteurs qui actionnent les interrupteurs mettant en jeu une batterie locale commandant l'interrupteur principal à huile.

Afin que les messages de T. S. F. ou les parasites atmosphériques ne puissent donner lieu à des manœuvres intempestives, la longueur d'onde a été choisie en dehors des longueurs d'onde usuelles et, d'autre part, chaque manœuvre ne peut être commandée que par une série d'impressions analogues aux secrets qui ouvrent les serrures des coffres-forts : répétition des signaux Morse, d'une ou d'un groupe de lettres par exemple.

ED. M.

Chimie

Le stockage et le transport du Brome dans des récipients métalliques. — On sait que le chlore liquéfié est stocké dans des récipients de fer avec fermeture à pointeau. MM. Hackspill et Ruffin ont présenté à la Société chimique de Strasbourg leurs essais sur le stockage et le transport du brome dans des vases en fer ou mieux en zinc.

Le transport du brome se fait dans les flacons de verre placés dans des caisses d'argile; les bouchons sont scellés et difficilement enlevables. Des essais faits pendant la guerre pour le transport du brome de nos usines tunisiennes ont montré les avantages des récipients métalliques.

A. R.

Mines

État actuel de la reconstitution des Mines de Lens (1). — Lens, ses environs, presque toute la concession des Mines de Lens, celles de Meurchin et de Liévin, ont été occupés par l'ennemi d'octobre 1914 à octobre 1918. Les destructions qu'il y a commises sont de quatre sortes :

1° Avant octobre 1914, il avait déjà détruit, à son passage, une grande partie des installations du jour; 2° la ligne du front s'étant fixée, en octobre 1914, à l'ouest de Lens, les destructions et les pillages devinrent systématiques. Leur état d'avancement en février 1916 est représenté sur la carte hors texte n° 1 du document confidentiel du Grand État-major allemand; 3° de février 1917 à octobre 1918, les concessions de Lens, Meurchin, Carvin, Courrières, Dourges et Drocourt ayant été soumises au bombardement par l'artillerie lourde, (la seule armée britannique tira plus d'un demi-milliard de projectiles de gros calibre dans cette région), rien ne subsista au-dessus du sol que des monceaux de décombres; 4° pendant la retraite allemande de 1918, qui dura cinq semaines, les installations du jour et surtout du fond furent détruites complètement et systématiquement au fur et à mesure du recul vers l'Est. *Le 28 novembre* 1918, le capitaine Edelmann provoquait encore, de Ludendorff, l'ordre d'inonder un puits situé sur la frontière franco-belge.

Il a fallu de deux à quatre ans pour remettre en état d'exploitation les divers charbonnages occupés par l'ennemi. Cette remise en état a déjà coûté 3.800 millions. Actuellement, la production représente 96 % de celle de 1913; l'extraction de janvier 1923 a été supérieure à celle de janvier 1913.

Si on excepte les destructions qui résultent du combat, le plus grand mal a été fait pendant les cinq semaines de retraite précipitée, période pendant laquelle les Allemands ont recouru au noyage systématique des mines.

A partir de 100 mètres, dans tout le bassin houiller, on rencontre des nappes aquifères qui sont traversées au moyen de cuvelage en bois ou en fonte. Au droit des nappes aquifères, les Allemands plaçaient diamétralement un madrier, aux deux extrémités duquel ils faisaient éclater 100 kg. d'explosif. Après l'explosion, le cuvelage présentait deux brèches opposées de 5 à 6 mètres de diamètres. L'opération était recommencée pour le même puits autant de fois qu'il était nécessaire (4 fois pour la fosse n° 14 de Lens, 5 fois pour la fosse n° 12), car un sous-officier notait chaque jour la montée des eaux.

En mars 1916, l'inondation générale des mines de Lens était déjà consommée. Il a fallu, pour les dénoyer, extraire 36.000.000 m³ d'eau, soit ce que la Seine laisse passer en 12 jours à l'étiage. Le dénoyage a commencé le 2 novembre 1920; il dure encore.

Le déblayage du fond est extrêmement pénible et dangereux. Dans les puits on avait jeté des cadavres d'animaux, les cages, les berlines, des projectiles, des explosifs, des grenades.

Du 1er janvier 1919 au 2 novembre 1920, le travail de reconstitution fut très pénible : difficultés de logement, de nourriture, d'approvisionnement.

Pour aveugler les brèches du terrain autour des puits, on recourut à la cimentation préalable au moyen d'un mortier de ciment refoulé à la pression de 20 kg. : cm². Chaque pompe peut remonter par heure 2000³ à 40 mètres ou 175 m³ à 400 mètres. Les 42 pompes en service consomment 24.000 chevaux.

Au printemps de 1920, sortaient les premières berlines de charbon. Les années 1921 et 1922 furent une période d'exploitation provisoire; aujourd'hui chacune des 54 machines d'extraction permet d'extraire 1.400 à 1.000 t. de charbon par jour. Toutes les commandes sont électriques : une centrale de 60.000 kw fournit du courant à 15.000 V., transformé en courant à 3.000 ou 200 V.

Les œuvres sociales que comportait la reconstitution ont nécessité un effort financier plus grand que la reconstitution industrielle. L'application de la loi de 8 heures s'est traduite par une diminution de rendement et pour produire autant qu'en 1914, il faut 25.000 ouvriers au lieu de 18.500, et il faut en loger les deux tiers avec leurs familles, soit construire 12.000 logements, ce qui représente une dépense de 400 millions. Actuellement 9.000 logements sont terminés; à chacun d'eux est adjoint un jardin de 400 m².

S. R.

(1) Extrait d'une communication faite le 28 février 1925 à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, par M. Cuvelette, administrateur-directeur général de la Société des Mines de Lens.

Digitized by Google

NOUVELLES

Académies des Sciences. — Dans la séance du 16 mars, le président a annoncé que M. E. Schribaux priait l'Académie de l'inscrire parmi les candidats au siège vacant dans la section d'économie rurale.

— Dans la séance du 23 mars, M. Henry Scott (de Londres) a été élu correspondant de botanique. Etaient présentés : MM. Blakeslee (de Washington), Ikeno (de Tokio), de Wildeman (de Bruxelles)

La médaille Henri Poincaré. — Au commencement de l'année 1914, un comité, présidé par M. Appell, avait décidé de rassembler par souscription les fonds nécessaires pour frapper une médaille à l'effigie du célèbre mathématicien et à consacrer le supplément pour créer un prix destiné à encourager les jeunes savants s'occupant d'analyse mathématique, de mécanique céleste, de physique mathématique ou de philosophie des sciences.

La souscription avait été interrompue par la guerre, elle vient d'être reprise par un comité constitué par l'Académie des Sciences. Quelques exemplaires de la médaille ont été frappés. Dans la séance du 30 avril, M. le président Bouvier a remis les deux premières médailles à Mme Henri Poincaré et à M. Raymond Poincaré. M. Bouvier adresse un pressant appel à tous ceux que les circonstances ou le manque d'informations ont empêchés d'envoyer leur adhésion à cet hommage rendu à l'un des plus grands esprits du siècle, prématurément enlevé à la Science.

Conseil International de Recherches. — M. Arthur Schuster, secrétaire du Conseil, a communiqué à l'Académie des Sciences, le programme de la 3e Assemblée qui se tiendra à Bruxelles le 7 juillet 1925.

Académie d'Agriculture de France. — M. le général Toutée est nommé membre de la section de sylviculture.

Premier Congrès du paludisme. — Ce congrès se tiendra à Rome en octobre 1925. La commission du paludisme de la Société des Nations s'est réunie récemment à Genève sous la présidence de M. Lutrario (Italie). La France était représentée par le professeur Marchoux, la Grande-Bretagne par le colonel S. P. James. R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. *Faculté des Sciences.* — M. Marin Molliard, doyen de la Faculté, vient d'être promu officier de la Légion d'honneur.

— M. Henri Vigreux, chef d'atelier au laboratoire de Chimie organique, vient d'être nommé chevalier de la Légion d'honneur (Grand prix à l'Exposition des meilleurs ouvriers de France ; travaux de verrerie de laboratoire).

— M. Julia, maître de Conférences, est nommé professeur de la chaire de Mathématiques générales.

— M. le Doyen Molliard a demandé à l'Académie des Sciences de désigner un de ses Membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'Insitut de biologie maritime de Roscoff.

— Les 25, 27, 28 mars, M. le professeur Swartz, de l'Université de Gand, a fait une nouvelle série de conférences sur les composés organiques du fluor.

Institut de Chimie appliquée. — Pendant les vacances de Pâques, aura lieu un voyage d'études dans le Nord et en Belgique ; de même que les années précédentes, des stages dans les usines ont été prévus, en particulier à la Compagnie parisienne du gaz.

Soutenances de thèses. — Pour le Doctorat ès-sciences naturelles, le 27 mars : M. Dufrénoy, « Les tumeurs des résineux ».

— Le 2 avril, M. Gillot, « Recherches chimiques et biologiques sur le genre Mercurialis L ».

— Le 3 avril, Mlle Gillet, « Etude sur les lamellibranches néocomiens ».

— Pour le Doctorat ès-sciences physiques, le 27 mars. Mlle Irène Curie, « Recherches sur les rayons et du polonium : oscillation du parcours ; vitesse d'émission, pouvoir ionisant ».

— Le 28 mars, M. Lassieur, « Contribution à l'étude de l'électro-analyse rapide ; séparation par potentiels gradués ».

— Le 31 mars, M. Risser, « Essai sur la théorie des ondes par émersion ».

Faculté de médecine. — En remplacement du professeur Letulle, admis à la retraite, le Conseil de la Faculté a désigné M. Auguste Roussy, agrégé, pour être titularisé dans la chaire d'anatomie pathologique. En remplacement du professeur Broca, décédé, M. L. Ombredanne, agrégé, a été désigné pour la chaire de clinique de chirurgie infantile.

Collège de France. — M. Landrieu, préparateur hors cadre au laboratoire de Chimie organique, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Université de Lyon. — M. Patel, agrégé, est nommé professeur de chirurgie opératoire.

Université de Marseille. — M. Kollmann, Maître de Conférences, est nommé professeur de Zoologie.

Université de Nancy. — M. Montré, Maître de Conférences de Mécanique à la Faculté des Sciences, est nommé professeur sans chaire.

Université de Bordeaux. — Le conseil de la Faculté de médecine a désigné M. C. Roques comme professeur de physique médicale en remplacement du regretté Bergonié.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Un concours pour l'emploi de suppléant de clinique chirurgicale à l'Ecole de médecine de Marseille s'ouvrira à la Faculté de Montpellier le 30 juin.

— Un concours pour l'emploi de chef de travaux d'anatomie et histologie aura lieu le 28 septembre à l'Ecole de Poitiers. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 9 mars 1925

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *M. Légaut.* — **Sur les courbes algébriques gauches.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Les séries d'itération et les fonctions quasi analytiques.**

— *Pierre Humbert* (prés. par M. P. Appell). — **Sur les fonctions hypersphériques zonales.**

— *Léon Pomey* (prés. par M. L Lecornu). — **Sur le théorème d'existence et sur deux modes de représentation des solutions des équations différentielles ordinaires.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *W. Stozek.* — **Sur l'allure de fonctions harmoniques dans le voisinage d'un point exceptionnel.**

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Lafay* (prés. par M. M. Hamy). — **Sur le sillage des cylindres tournants.**

On peut mettre en évidence les mouvements gazeux, en introduisant, dans le champ, des gaz plus réfringents que l'air. On a suivi ainsi les déformations que la rotation du cylindre provoque, lorsqu'on fait glisser la surface du cylindre sur elle-même.

Digitized by Google

SPECTROSCOPIE. — *Léon Bloch, Eugène Bloch* et *Georges Déjardin* (prés. par M. L. Brillouin). — **Spectre d'étincelle du néon.**

Il s'agit du spectre d'étincelle du premier ordre du néon ; il est compris en totalité entre 4.900 et 2.700 A. Malgré l'intensité des décharges mises en jeu, aucune raie d'ordre supérieur n'a pu, jusqu'ici, être mise en évidence.

— *Charron* (transm. par M. Branly). — **Résultantes des pressions de radiation sur les parois d'une cavité quelconque.**

L'auteur met en évidence que la cavité subit la même force résultante que si l'ouverture était remplacée par une surface renvoyant, dans la même direction, la même fraction d'énergie.

RADIOGRAPHIE. — *Pierre Goby* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **La microradiographie stéréoscopique en relief et en pseudo-relief ; la stéréomicroradiographie.**

Il s'agit d'un nouveau dispositif de précision qui s'adapte à la base de l'appareil déjà décrit par l'auteur pour microradiographier (C. R. *Acad. Sc.* 156, 1913, p. 686) appareil qui permet de prendre sur un même cliché deux images microscopiques, sous deux incidences différentes convenablement choisies. Ainsi, on peut faire l'étude interne des petits organismes en suivant, dans leur ordre naturel et leurs connexions, tous leurs plans différents. R. Dongier.

ÉLECTROCHIMIE. — *S. Triandafil* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Influence de l'acidité sur la polarisation galvanique du nickel.**

On a opéré avec le chlorure ; pour un P_H donné, la polarisation diminue lorsque la température s'élève. A température constante, le polarisation diminue, lorsque le P_H diminue, c'est-à-dire lorsque l'acidité grandit.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Tourneux et Mlle Pernot* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les solutions aqueuses et acétoniques des bromo et iodomercurates de potassium.**

L'un des auteurs avait mis en évidence un accroissement de la solubilité des halogénures mercuriques dans les halogénures potassiques, résultant de la production de nouveaux complexes. Avec les solutions cétoniques on démontre l'existence de nouveaux complexes renfermant un plus grand nombre que 2 mol. d'halogénure de mercure dans un mol. d'halogénure potassique.

PHYSICO-CHIMIE. — *F. Vlès et E. Vellinger* (prés. par M. J. Perrin). — **Remarques sur les variations du pouvoir rotatoire de l'acide tartrique en fonction du P_H.**

M. Darmois a déjà examiné le cas de l'acide malique. Dans le cas de l'acide tartrique, la courbe est la même pour la molécule non ionisée et la molécule ionisée, lorsqu'on fait varier le P_H par addition de ClH et de NaOH. Elle est analogue à la courbe de neutralisation.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Lemarchand* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'entraînement de Mg par C^2O^4Ca.**

On sait que le sel C^2O^4Mg est très peu soluble dans l'eau (0 gr. 309 par litre à 16°) ; ces solutions restent sursaturées. En pratique, on se trouve souvent dans ces conditions et l'entraînement est très faible. Le dépôt de l'oxalate de magnésium s'effectue très lentement ; l'entraînement proprement dit se produit lors la précipitation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Yvon* (prés. par M. A. Haller). — **Synthèses faites à partir du dérivé sodé et du dérivé magnésien mixte du propine.**

Le propine sodé, réagissant sur le chlorure d'acétyle, donne la pentinone qui, hydratée, engendre l'acétylacétone.

La pentinone, en présence de l'hydrazine, fournit le diméthylpyrazol ; en présence du $CH^3 — C = C — MgBr$ et de trioxyméthylène, on obtient le butinol.

— *Rossel* (prés. par M. A. Haller). — **Sur le chlorazoture de phosphore.**

Le composé $(PNCl^2)^3$ agissant sur $C^6H^5Mg\,Br$ en solution toluénique donne $(PN^6(C^6H^3)^2)$, qui précipite en prismes incolores, fusibles à 232°.

— *M. Godchot et P. Bedos* (prés. par M. A. Haller). — **Sur les deux diméthyl-1-3 cyclohexanones-4 et les diméthyl-cyclohexanols correspondants.**

Les deux dérivés monochlorés stéréoisomères de la paraméthylcyclohexanone donnent, avec l'iodure de méthylmagnésium, les deux diméthyl-1-3 cyclohexanones-4 trans et cis. A chacune de ces cétones correspondent les alcools isomères déjà préparés. A. Rigaut.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Desgrez, H. Bierry* et *L. Lescœur.* — **Globules sanguins et réserve alcaline.**

Au lieu d'extraire les gaz du sang par le vide au moyen de la pompe à mercure, les auteurs ont utilisé l'entraînement de CO^2 par un courant d'air, à la température du laboratoire. Ils ont constaté que pour dégager la totalité de CO^2 du sérum et du plasma, l'addition d'acide chlorhydrique est nécessaire, tandis que pour dégager la totalité de CO^2 du sang entier, le courant d'air suffit. Tout se passe donc comme si les globules donnaient naissance peu à peu à un acide. C'est d'ailleurs ce que confirme l'expérience.

La quantité de gaz dégagée par l'acide chlorhydrique ajouté, après épuisement par le courant d'air, doit mesurer sensiblement les carbonates alcalins et alcalino-terreux en puissance dans le milieu primitivement complexe. Ces carbonates neutres constituent, en définitive, la *réserve alcaline.*

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Sur une méthode pour apprécier le pouvoir fixateur de l'azote dans les terres.**

Pour dénombrer les *Azotobacter*, l'auteur recommande l'emploi de grandes plaques à 2 gr. de mannite qui présentent l'avantage incontestable de pouvoir y semer 1 gr. de terre, poids sec, sans trop charger la surface du gel de particules terreuses. Préparées et semées, les plaques seront tenues dix jours à l'étuve à 30° ; la densité sera déterminée par dénombrement des colonies au bout de trois jours ; pour le dosage on fera sécher le gel jusqu'à l'état de sable ou gravier à 35°-40°.

PÉDOLOGIE. — *A. Demolon* (prés. par M. Lindet). — **Sur la texture des limons quaternaires et des sols qui en dérivent.**

Ces limons offrent un développement remarquable dans le Saint-Quentinois et le Cambrésis. Les trois niveaux, terre à briques, ergeron et limon rouge, présentent au point de vue mécanique la plus grande analogie de constitution. Ils sont caractérisés par la présence d'environ 75 % d'éléments limoneux compris entre 0 mm. 05 et 0 mm. 02, par leur teneur relativement faible, par rapport aux argiles plastiques de la région, en éléments fins classés dans la catégorie « argile », par l'homogénéité de leur constitution sur des surfaces très étendues.

Ces éléments limoneux paraissent provenir essentiellement des dépôts sparnaciens. Il ne paraît pas exact de considérer les sols de limon envisagés comme des terres argileuses ; leur plasticité est surtout fonction d'une proportion élevée d'éléments fins.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Jovan Cvijic* (prés. par M. Pierre Termier). — **Le Mérokarst.**

La notion du karst provenant du Holokarst dinarique ne se laisse guère appliquer aux pays calcaires que l'auteur embrasse sous le nom de Mérokarst. On n'y trouve que certains traits du relief karstique ; d'autres manquent complètement ou sont considérablement modifiés. C'est bien un karst partiel ou imparfait.

Le Mérokarst n'est pas nu et ne montre que très rarement des surfaces rocheuses et déchiquetées. C'est un karst couvert

Digitized by Google

et verdoyant, partout accessible aux labours en dehors des pâturages et des forêts.

MYCOLOGIE. — *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). — **Sur la spécifité de quelques Hyménomycètes lignicoles vis-à-vis de leurs supports.**

Certaines espèces d'Hyménomycètes sont, dans la nature, foncièrement ubiquistes ; d'autres, au contraire, se rencontrent exclusivement sur des espèces végétales bien déterminées et semblent incapables de vivre ailleurs. Les nombreuses expériences instituées par l'auteur montrent que la spécificité des Champignons lignicoles est conditionnée non par la présence de substances nutritives convenables, mais au contraire par la présence ou l'absence de substances empêchantes que l'action de l'eau ou d'autres solvants a suffi pour éliminer.

PHYSIOLOGIE. — *J. Nageotte* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la contraction extrême du muscle strié chez la grenouille.**

L'auteur étudie dans cette Note la contraction extrême provoquée par un courant électrique tétanisant. Il montre que les bandes de contraction extrême ne sont pas des « ondes » qui se déplaceraient le long de la fibre musculaire : elles naissent et s'effacent sur place ; ce sont des foyers stationnaires.

La contraction extrême est anormale, en ce sens que le raccourcissement auquel elle est liée est trop considérable pour qu'elle apparaisse dans les conditions habituelles de la vie. Pourtant il est possible qu'elle donne l'explication du phénomène exceptionnel de la crampe.

— *Léon Blum* et *Maurice Delaville* (prés. par M. Widal). — **L'Étude des modifications du sang et des humeurs par l'ultrafiltration.**

Chez le sujet normal, le sodium et le potassium sont entièrement ultrafiltrables, le calcium et le magnésium ne le sont qu'en partie et dans des proportions qui varient peu. Dans certains états pathologiques, des changements profonds se produisent : le sodium entièrement ultrafiltrable peut perdre en partie cette propriété, de sorte qu'une certaine quantité est retenue par le filtre. Inversement, le calcium peut devenir ultrafiltrable dans une proportion plus forte que normalement et même ultrafiltrer entièrement. Or, il est évident que si l'ultrabilité des minéraux change, c'est que les colloïdes auxquels ils sont liés ont changé.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Rochon-Duvigneaud, E. Bourdelle et J. Dubar* (prés. par M. E. Leclainche). — **Détermination du champ visuel anatomique monoculaire du cheval par la méthode de l'image transsclérale.**

La méthode de détermination du champ visuel anatomique par l'image transsclérale, mise en œuvre avec l'appareillage décrit dans une Note antérieure, a permis aux auteurs de faire, chez le cheval, de nombreux essais de mensuration sur le globe oculaire énucléé.

De l'examen du relevé contenu dans la Note actuelle, comme de l'ensemble des observations, il résulte que le champ visuel anatomique monoculaire du cheval affecte, dans ses contours limites, une forme générale ovalaire à grand axe transversal à peu près horizontal.

HISTO-PHYSIOLOGIE. — *Abelous, Argaud et Soula* (prés. par M. Henneguy). — **Sur les modifications structurales de certains organes, en particulier du pancréas, chez les animaux dératés.**

L'apparition de glandes hémales démesurées, chez des animaux dératés, la prédominance des éléments phagocytaires sur les formations lymphoïdes, comme aussi l'abondance des grains ferriques essaimés un peu partout, démontrent nettement que la rate adulte doit être bien plutôt le tombeau des hématies que leur berceau.

Chez les souris dératées depuis plusieurs mois, on trouve également, au voisinage du pylore, des glandules lymphoïdes, des glandes hémales et aussi de minuscules pancréas accessoires dont certains sont le siège d'une transformation pancréatico-splénique.

Les auteurs insistent, en outre, sur la présence, dans le pancréas des chiens dératés, de grosses cellules qui doivent être assimilées aux cellules de Kupffer (système réticulo-endothélial).

ZOOLOGIE. — *L. Mercier* et *Raymond Poisson* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Poules à becs croisés. Une coaptation d'origine mécanique.**

Chez une Poule âgée de deux ans, qui est en parfait état et pond régulièrement, la branche supérieure du bec est nettement déviée vers la gauche et présente une forte aquilinité ; l'extrémité en est tronquée. La mandibule inférieure est sensiblement dans l'axe de la tête quoique légèrement rejetée vers la droite à son extrémité, qui est également tronquée. Cette mandibule présente une curieuse particularité : sur sa face latérale gauche, elle est creusée d'une gouttière destinée à recevoir la mandibule supérieure dans la position de repos. L'ensemble du dispositif constitue une véritable coaptation au sens donné à ce mot par Cuénot.

— *Robert Weill* (prés. par M. F. Mesnil). — **Le ralentissement expérimental des nématocystes des Cœlentérés. Perméabilisation de la Paroi capsulaire.**

La dévagination des nématocytes est un phénomène extrêmement rapide. Pour suivre cette dévagination, le retournement progressif du tube, l'auteur indique un procédé en deux temps, basé sur l'emploi successif de l'alcool et de l'eau. Les observations ont été faites sur les grands nématocystes de *Corynactis viridis* Allman, isolés par frottis de leurs nématoblastes.

EMBRYOLOGIE. — *Boris Ephrussi* (prés. par M. Henneguy). — **Sur la membrane de fécondation de l'œuf d'Oursin (Paracentrotus Lk). Action du liquide cœlomique.**

Si l'on plonge des œufs vierges, soit immédiatement à la sortie des ovaires, soit après des lavages successifs ou des séjours variés dans l'eau de mer, dans le liquide cœlomique filtré après coagulation et qu'on les féconde au bout d'une heure par exemple, les œufs entrent en segmentation sans former des membranes de fécondation et continuent, d'une façon normale, leur développement jusqu'au stade *Pluteus*.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 16 *mars* 1925

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Paul Appell.* — **Extension d'un théorème de Monge.**

GÉOMÉTRIE. — *G.-Y. Rainich* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une représentation des surfaces.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *Kraïtchik* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur les nombres de Fermat.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Paul Urysohn.* — **Sur un espace métrique universel.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Fréchet* (prés. par M. Hadamard). — **La notion de différentielle dans l'Analyse générale.**

— *Henri Milloux* (prés. par M. Emile Borel). — **Les fonctions méromorphes à valeur asymptotique et le théorème de M. Picard.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *St. Kempisty* (prés. par M. Emile Borel). — **Un nouveau procédé d'intégration de fonctions mesurables non sommables.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Guillaume* (prés. par M. B. Baillaud). — **Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1924.**

Le nombre des taches (15 au lieu de 30) a diminué de moitié par rapport au trimestre précédent ; mais leur sur-

Digitized by Google

face totale est très peu moindre (2.547 millionièmes au lieu de 2.690). On a enregistré 45 groupes de facules au lieu de 62 occupant la superficie de 40,7 millièmes au lieu de 42,6.

TOPOGRAPHIE. — *Aubusson de Cavarlay et Descours Desacres* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur un mode de lever automatique des itinéraires.**

On enregistre les longueurs avec un compteur de tours ; deux balances, l'une à inertie verticale, l'autre à inertie transversale, enregistrent l'inclinaison verticale de la route et les détours. Le tout est complété par un enregistreur des braquages.

ELECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur une méthode d'analyse harmonique des ondes de courants alternatifs par comparaison avec un alternateur étalon polyharmonique.**

Il s'agit d'une méthode purement électrique qui s'applique à l'étude des réseaux à vitesses variables ; un petit moteur synchrone est couplé, d'une manière rigide, avec un alternateur synchrone polyharmonique donnant toute la série des harmoniques constamment en synchronisme avec les harmoniques du réseau à étudier qui alimente le moteur synchrone.

SPECTROSCOPIE. — *F. Baldet* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur le troisième groupe négatif du carbone, dit spectre des queues des comètes. Extension du côté rouge et structure des bandes.**

Cette étude fait suite à celle déjà entreprise par l'auteur sur le spectre obtenu par le bombardement électronique réalisé avec une cathode incandescente dans une atmosphère d'oxyde de carbone à la pression d'environ 10^{-4} mm. On a pu photographier 37 bandes comprises entre $\lambda = 3080$ et $\lambda = 6500$ et reproduire intégralement, jusque dans les plus petits détails, le spectre des queues des comètes.

— *J. Laffay* (prés. par M. A. Cotton). — **Spectre d'étincelle du mercure dans le rouge extrême.**

On a employé, comme appareil dispersif, un spectrographe à réseau concave. On a pu photographier les raies d'arc, les raies d'étincelle des premier, second et troisième ordres. On n'a pas retrouvé de nouvelles raies d'arcs ; toutes avaient été observées antérieurement.

— *Jean Lecomte* (prés. par M. Cotton). — **Spectres d'absorption infrarouges de la fonction alcool.**

On a opéré avec un prisme de fluorine ; les mono-alcools donnent lieu à deux zones de forte opacité : de 3μ à $3\mu5$ environ et de $6\mu85$ à 8μ environ ; ces zones sont séparées par un intervalle de grande transparence. La présence, dans les poly-alcools, de plusieurs groupements alcooliques ne modifie pas l'allure générale de l'absorption.

APPAREILS DE MESURE. — *E. Huguenard, A. Magnan et A. Planiol* (prés. par M. Rateau). — **Sur un appareil à fil chaud pour la détermination des grandes altitudes.**

Un fil échauffé par un courant électrique conserve une température constante lorsqu'il dissipe par rayonnement et par convection une quantité de chaleur égale à celle que lui fournit le courant. La température d'équilibre dépend de la pression gazeuse, elle peut donc servir à déterminer celle-ci. Ce mode expérimental a donné, vers 14.000 m. d'altitude, une sensibilité voisine de 8 fois celle du baromètre.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle Irène Curie* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'homogénéité des vitesses initiales des rayons α du polonium.**

On a mis en œuvre la méthode de la déviation magnétique ; le faisceau des rayons α, émis par le radium, était canalisé entre deux fentes d'environ 0 mm. 05 de largeur, puis soumis à l'action d'un champ magnétique de l'ordre de 10.000 gauss. L'élargissement de la raie ne dépassait par les 0,8 pour 1000 de la déviation ; les trois quarts des rayons α avaient des vitesses différant entre elles de moins de 0,3 %.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel.* — **Sur deux clinochlores chromifères du Togo.**

Ces minéraux appartiennent à un revêtement discontinu de couches feutrées un peu schisteuses, à la surface de blocs de chromite au voisinage de Patevi, à 20 km. au S-S-W d'Atakpamé (Togo). L'analyse chimique conduit à la formule :

$$3SiO^2, (Al,Cr)^2O^3, 5\ Mg0,4H^20$$

L'indice augmente en même temps que la teneur en chrome ; la coloration violette n'apparaît qu'au-dessus d'une certaine teneur en chrome. D'après la théorie de M. W. Vernadsky sur les aluminosilicates, ces deux chinochlores chromifères apparaissent comme des mélanges isomorphes des sels acides des deux acides complexes de même formule : $Al^2Si^3(OH)^{18}$ et $Cr^2Si^3(OH)^{18}$.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Volcans sous-marins abyssaux.**

Les sondages densimétriques de Buchanan, effectués dans la campagne de circumnavigation du *Challenger*, ont permis de reconnaître, en certaines localités, des eaux abyssales possédant un excès de salure. Il s'agit sans doute d'évents volcaniques abyssaux ; et cette remarque permet de concevoir la possibilité de fixer le gisement d'un volcan abyssal et peut-être même d'évaluer son degré d'activité.

MÉTÉOROLOGIE. — *Gabriel Guilbert.* — **Sur les causes de destruction rapide des cyclones.**

Cette destruction peut résulter d'un vent plus ou moins violent, situé près du centre tourbillonnaire, quelle que soit sa direction. Cette règle a permis de prévoir la disparition de la dépression d'Ecosse du 17 au 18 février dernier ; la méthode des tendances s'est trouvée alors en défaut Enfin, l'auteur insiste une fois de plus sur l'opinion qu'il a déjà émises que les courants supérieurs et le gradient thermique n'ont pas d'action sur les variations superficielles de la pression.

R. Dongier.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J.-B. Senderens.* — **Préparation des cyclohexénols par deshydratation catalytique des cyclohexanediols.**

Cette deshydratation par $SO^4H^2 + 3\ H^2O$ donne, avec les cyclohexadiènes, un résidu qui est un cyclohexénol assez abondant si l'on utilise un montage spécial. On a obtenu ainsi les cyclohexénols de la quinite et de la résorcite.

— *L.-J. Simon.* — **Relation entre la structure des mono-acides non saturés et leur oxydation sulfochromique comparée.**

La question a été examinée pour les biacides non saturés, pour les mono-acides ; le déficit est nul pour les sels de l'acide acrylique. Dans l'ensemble des corps examinés, la méthode conduit à des conclusions conformes à la structure ; elle a conduit, pour l'acide undécylenique, à une formule nouvelle.

A. Rigaut.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *F. Widal, P. Abrami, Diaconescu* et *Gruber.* — **Hémoclasie digestive et état du tonus neuro-végétatif.**

Les résultats obtenus montrent, ainsi qu'on pouvait s'y attendre par la seule confrontation des résultats obtenus par la simple épreuve de l'hémoclasie digestive chez les hépatiques et chez les normaux, qu'il n'existe pas de rapport obligé entre la réponse de cette épreuve d'une part, et l'état du tonus neuro-végétatif d'autre part. De même que l'hémoclasie digestive peut s'observer chez des sujets qui ne sont pas vagotoniques au moment où on la recherche, mais dont le foie est lésé, de même elle peut manquer chez des sujets franchement vagotoniques, mais dont le foie est

Digitized by Google

indemne. Ce n'est donc pas un réactif du tonus organo-végétatif, mais une épreuve d'exploration de la fonction protéopexique du foie.

GÉOLOGIE. — *Ph. Glangeaud.* — **Sur le rôle des volcans secondaires dans le Massif des Monts Dore durant les périodes glaciaires. Le volcan-verrou de Saint-Pierre-Colamine (Puy-de-Dôme).**

Les volcans secondaires ne se bornèrent pas à diviser les glaciers, mais déterminèrent également, avec les coulées qui en étaient issues, l'emplacement des premières vallées glacières qui fut généralement et définitivement fixé, car elles s'encaissèrent peu à peu dans les flancs des édifices suivant les lignes de plus grande pente.

La topographie actuelle du volcan de Sancy a été généralement imposée par les nombreux volcans secondaires, qui se dressèrent successivement sur ses flancs, et qui labourés et démantelés par les glaciers ont été fortement mis en relief par ces derniers. Une coupe à travers le volcan de Saint-Pierre-Colamine et ses abords accompagne cette Note.

— *Louis Barrabé.* — **Sur la nature d'un massif éruptif : « l'Antatika-Ambereny », de l'Ouest de Madagascar.**

L'Antatika-Ambereny est un gros massif éruptif qui a légèrement soulevé et métamorphosé les sédiments permo-triasiques dans lesquels il a fait intrusion. Cette intrusion est certainement postérieure aux couches du Trias qui ont été soulevées.

L'auteur est d'avis que l'Antatika-Ambereny ne peut être considéré comme un volcan, plusieurs caractères étant plus partiellement incompatibles avec cette manière de voir.

— *L. Cayeux* (prés. par M. H. Douvillé). — **L'âge relatif des phtanites et dolomies du calcaire carbonifère du Nord de la France et de la Belgique.**

Selon les points considérés, les phtanites se sont développés, soit avant l'invasion de la dolomie, soit au début de la dolomitisation, soit en un temps où le phénomène était déjà très amorcé, et toujours en milieu calcaire. La présence du calcaire est, en effet, dans tous les cas une condition absolument nécessaire pour qu'il y ait silicification. L'auteur a retrouvé les trois manières d'être précédentes dans les phtanites des dolomies dinantiennes de Belgique.

Les calcaires dinantiens du Nord de la France et de la Belgique sont incomparablement plus riches en phtanites que les dolomies qui les accompagnent.

— *J. Savornin* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Le Djebel Ayachi (Maroc).**

La présence de granite au sommet de l'Ayachi est controuvée. La teinte rose, dont se colore la neige à certaines heures, ne provient pas d'une fine poussière granitique. Si le granite est absent de l'Ayachi, la syénite n'est pas rare.

Le point culminant de l'Ayachi, à 28 kilomètres sud-ouest de Midelt, est coté 3.876 sur la carte topographique.

LITHOLOGIE. — *Jean Jung.* — **Sur quelques types de roches écrasées des Vosges.**

On n'observe pas, dans les Vosges, de passage progressif des mylonites aux gneiss œillés. Les mylonites qui ont été formées postérieurement à tout métamorphisme ne montrent nulle tendance à recristalliser en un gneiss ; au contraire, les gneiss œillés sont des roches très anciennement laminées qui ont subi ensuite l'action du métamorphisme.

BOTANIQUE. — *Paul Guérin* (prés. par M. L. Guignard). — **L'anthère des Gentianacées. Développement du sac pollinique.**

Le sac pollinique du *Swertia perennis* se montre, comme chez les Gentianes, dépourvu d'assise nourricière et les cellules mères polliniques sont éparses dans un abondant tissu stérile. Chez nos autres Gentianacées indigènes, l'assise nourricière existe, mais alors que dans les *Erythræa*, *Chlora* et *Cicendia*, les cellules mères du pollen sont disposées en arc, elles forment un massif chez les *Menyanthes* et *Limnauthemum*. Cette disposition des cellules polliniques suivant trois modes différents se trouve en rapport avec les caractères morphologiques de ces plantes, les Ményanthoïdées (*Menyanthes*, *Limnauthemum*) constituant une sous-famille distincte de celle des Gentianoïdées qui se subdivisent à leur tour en Gentianinées (*Gentiana*, *Swertia*) et Erythræinées (*Erythræa*, *Chlora*, *Cicendia*).

— *Pierre Lesage* (prés. par M. Guignard). — **Extension du caractère acquis et faits d'hérédité dans le *Lepidium sativum* arrosé à l'eau salée.**

Les graines des plantes salées sont plus courtes, plus dodues, que celles des plantes témoins. Ce caractère se garde dans les plantes de première, de deuxième et même de troisième génération non salée, après la culture salée. Cette forme s'exagère dans les graines des fruits anormaux de 1924 et tend vers la forme presque sphérique.

Ces deux caractères, fruits anormaux et graines dodues, ont donc des rapports certains avec l'action de la salure sur le Cresson alénois, et ils prennent plus d'ampleur avec le temps.

— *A. Maige* (prés. par M. Marin Molliard). — **Évolution et verdissement des plastes dans les cellules cotylédonaires de diverses légumineuses pendant la germination.**

Chez les trois espèces étudiées (*Haricot*, *Fève*, *Pois*), le verdissement des cotylédons résulte essentiellement de l'évolution en chloroplastes d'unités plastidales antérieurement inactives. Cette évolution s'effectue soit directement soit en passant par un stade amylifère suivant que le taux du sucre de la cellule est inférieur ou supérieur au seuil de condensation. Chez le Pois et la Fève, il s'adjoint en outre aux plastes précités d'anciens plastes amylifères dont l'écorce mitochondriale s'accroît et verdit pendant l'hydrolyse du grain d'amidon qu'elle recouvre.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Charaux* (prés. par M. Guignard). — **Sur un complexe glucosidique instable de l'écorce de tige de Nerprun purgatif (*Rhamnus cathartica L*).**

Ce complexe, que les auteurs ont réussi à extraire, est dissociable par l'eau, à froid, en plusieurs glucosides dont l'hydrolyse fermentaire a donné du primevérose et des composés oxyméthylanthraquinoniques. Un de ces glucosides, *rhamnicoside*, a été obtenu à l'état cristallisé ; il est insoluble dans l'eau. La partie soluble dans l'eau est constituée au moins par deux glucosides dont l'un est un glucoside de l'émodine, et dont l'autre, qui forme la majeure partie des glucosides solubles dans l'eau, fournit à l'hydrolyse un composé oxyméthylanthraquinonique différent de l'émodine.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *E.* et *G. Nicolas* (prés. par M. Molliard). — **L'hexaméthylène tétramine est bien un aliment pour les végétaux. Nouvelles recherches sur le haricot et la moutarde blanche.**

L'hexaméthylène tétramine, aux doses de 10 à 30 centigrammes par litre, favorise la production de la matière sèche par les cellules du haricot et de la moutarde, et se comporte, vis-à-vis de ces végétaux, comme un véritable aliment.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Mlle F. Coupin* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **L'état du cerveau à la naissance chez le Chimpanzé.**

Le cerveau du Chimpanzé nouveau-né se comporte comme un cerveau de nouveau-né humain au point de vue pondéral. La même similitude s'observe en ce qui concerne l'état de la surface encéphalique.

Par contre, l'encéphale du Chimpanzé nouveau-né et celui de l'homme nouveau-né diffèrent profondément au point de vue de leur forme. Le premier tend déjà vers la forme aplatie et allongée qu'il possédera, plus accentuée

Digitized by Google

chez l'adulte, alors que chez le second il a la forme subsphérique qu'il conservera pendant tout le cours de l'existence.

ZOOLOGIE. — *R. Herpin* (prés. par M. Ch. Gravier). — **La ponte et le développement chez une Annélide polychète sédentaire** : *Nicolea zostericola* **Mgrn.**

L'auteur décrit une fécondation chez une Annélide à ponte enveloppée de mucus. Les spermatozoïdes sont évacués avant les œufs, mais ils le sont pour la plupart à l'état de *spermatogemmes*, circonstance qui, en s'opposant à leur dispersion immédiate, rend beaucoup plus certaine la fécondation.

La sortie du cocon se produit vers le stade de 7 sétigères. Les branchies n'apparaissent qu'au bout de six mois, alors que l'animal possède déjà depuis quelque temps les 15 sétigères définitifs de l'adulte.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* (prés. par M. Roux). — **Sur quelques nouveaux corps anticoagulants de composition chimique définie.**

Parmi les 18 composés étudiés, 5 ont montré un pouvoir anticoagulant élevé : ce sont le mucate, l'aconitate, l'éthanetétracarboxylate, le sulfosalicylate et le phénoxypropandiol carboxylate de sodium. Quand la coagulation a été empêchée par ces différents produits, on peut la provoquer par l'addition de chlorure de calcium, comme dans le cas de l'oxalate et du citrate.

— *Emile F. Terroine* et *H. Spindler* (prés. par M. Henneguy). — **Influence des divers procédés de pasteurisation par chauffage sur la digestibilité des constituants albuminoïdes et minéraux du lait.**

Aucun des procédés de pasteurisation par chauffage étudiés ne modifie en rien l'utilisation digestive des protéiques et des cendres.

Qu'il s'agisse de lait maternel ou de lait de vache, que l'être alimenté soit le porc ou l'homme, la comparaison montre nettement l'absence complète de toute intervention spécifique dans l'utilisation des matières protéiques du lait et une infériorité dans l'absorption des cendres du lait de vache, légère chez le porcelet, assez importante chez l'homme.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Intoxication mercurielle et coagulation vitale.**

En général, l'intoxication mercurielle est cytoplasmique ; elle vieillit ou tue les cellules. Chez l'animal, elle est, en outre, nerveuse, abaissant l'énergie physique et mentale, compromettant les organes de la reproduction.

Aux doses thérapeutiques, le mercure provoque une vivi-réaction défensive, tout en paralysant ou détruisant les germes et parasites auxquels manque cette défense. Il faut donc lui laisser le temps de s'éliminer ; c'est une question d'expérience.

EMBRYOGÉNIE. — *A. Malaquin* (prés. par M. Henneguy). — **Les cellules germinales (gonocytes) sont, au cours de la reproduction asexuée de** *Salmacina Dysteri* **Huxley, la source de la prolifération blastogénique. Remarques à ce sujet sur l'histogenèse des néoplasmes.**

L'importance des observations contenues dans cette Note réside essentiellement dans l'origine germinale de la prolifération. On est frappé par la similitude existant dans la marche des phénomènes histogéniques qui s'y trouvent décrits avec celle de l'histogenèse de certains néoplasmes. Il est permis d'envisager avec une base sérieuse l'origine de néoplasmes aux dépens d'éléments gonocytaires préexistants.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Marc Romieu* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Sur une réaction chimique nouvelle des matières protéiques sèches applicable à l'histochimie.**

L'acide phosphorique sirupeux mis en présence d'albumine sèche du commerce ou de blanc d'œuf frais donne à ces corps, lorsqu'on chauffe légèrement, une teinte d'un rouge grenat tournant au violet. La température de 52° à l'étuve est suffisante pour obtenir en quelques minutes la réaction de façon très intense.

PARASITISME. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. Henneguy) — **Sur les réactions d'un tissu au parasitisme ; la lipoïdogenèse et la lipogenèse.**

En suivant, chez la Grégarine, les diverses phases de la croissance du céphalin, on trouve, dans la position et la forme des granules et vésicules lipoïdes, tous les intermédiaires permettant de concevoir que les granules du groupe antérieur protoméritique constituent la source des réserves lipoïdes de la Grégarine. Ce groupe tirant lui-même ses éléments des lipoïdes de l'intestin, le céphalin sera dans des conditions de nutrition d'autant plus favorables qu'il sera fixé sur une région intestinale plus riche en lipoïdes, ce qui est précisément le cas des régions les plus parasitées. Chez les Grégarines, les individus isolés se rencontrent rarement parce que leurs conditions de nutrition sont beaucoup moins faciles que celles réalisées par les groupements de céphalins. L'auteur se demande si la lipoïdogenèse et la lipogenèse ne seraient pas des manifestations générales de la réaction cellulaire au parasitisme. P. GUÉRIN.

Séance du lundi 23 mars 1925

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Bertrand Gambier.* — **Sur une généralisation du théorème du reste de Brill et Nœther. Application aux groupes de points surabondants.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Alexandre Kovanko* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les conditions nécessaires et suffisantes de la sommabilité de quelques fonctions.**

— *V. Weiniaminoff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur quelques propriétés de la dérivée-limite.**

ASTRONOMIE. — *Lémeray* (prés. par M. L. Lecornu). — **Les amas sphériques. Le théorème des surfaces de niveau.**

PHYSIQUE CÉLESTE. — *La Rosa* (prés. par M. Emile Borel). — **Relation entre couleur et amplitude des étoiles variables et théorie balistique.**

MM. Nordmann et Le Morvan ont constaté que les variations de l'intensité lumineuse de certaines étoiles ne sont pas les mêmes dans toutes les régions du spectre, observation que le mécanisme imaginé par M. La Rosa semblait ne pas pouvoir expliquer. Or, l'auteur démontre, au contraire, que les faits observés sur « les variables », viennent comme preuves à l'appui du postulat balistique qu'il a énoncé.

MOTEURS A EXPLOSION. — *P. Clerget* (prés. par M. Rateau). **Reconstitution du moteur à explosion des frères Niepce de 1806.**

Ce moteur vient d'être reconstitué à la demande du service l'Aéronautique, d'après le brevet publié en 1808 ; il constitue une antériorité manifeste aux brevets Diesel de 1892 et 1894 sur l'emploi de combustibles pulvérulents et leur injection dans une chambre de combustion au moyen d'une chasse d'air comprimé.

— *Rateau.* — **Sur le moteur à explosion des frères Niepce.**

A l'occasion de la communication précédente, M. Rateau signale que le nom de Niepce doit être cité, même avant celui de Lenoir, en ce qui concerne les moteurs à explosion, et que la poudre de lycopode constituerait un combustible idéal, s'il était possible d'en récolter des quantités suffisantes à un prix abordable.

HYDRODYNAMIQUE. — *Barillon* (prés. par M. Laubeuf). — **Résistance à la marche de cylindres de révolution remorqués dans le sens perpendiculaire à leur axe.**

On a observé que la résistance à la marche peut être deux fois plus faible dans le cas d'un cylindre secoué à son intérieur par un frappeur que dans le cas du même cylindre sans frappeur.

Digitized by Google

ÉLECTRICITÉ. — *G. Claude.* — **Rectification de la lumière des tubes au néon.**

Dans un tube présentant des renflements et des rétrécissements successifs et contenant du mercure et du néon, on peut obtenir sous l'influence de la décharge électrique, l'illumination en néon (rouge) des portions rétrécies où la densité du courant est forte et en mercure (bleue) des portions élargies où l'intensité du courant est faible.

— *G. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Étude à pression réduite du rayonnement émis par des corps très résistants que traverse un courant électrique.**

Par la mesure, à différentes pressions, du coefficient d'absorption des radiations émises par un corps très résistant traversé par un courant électrique, on a pu mettre en évidence que celles-ci forment un spectre continu dont les longueurs d'onde s'échelonnent de quelques centaines à une vingtaine d'Angstrônes.

PHYSIQUE. — *Le Roux* (prés. par M. Brillouin). — **Détermination du coefficient de viscosité de l'eau en valeur absolue.**

Ces mesures ont été faites, non pas par la méthode de Poiseuille, mais par celle du cylindre tournant, mise en pratique avec un soin et une précision extrêmes. Les résultats sont en accord avec ceux de Thorpe et Rodger. La viscosité ne présente aucune anomalie au voisinage de 4°, elle apparaît indépendante de la vitesse de rotation.

MAGNÉTISME. — *G. Foëx* (prés. par M. A. Cotton). — **Les divers états magnétiques d'un ion.**

L'auteur cite un certain nombre de faits, d'où il résulte que deux échantillons d'un sel bien défini au point de vue chimique, placés dans des conditions identiques, peuvent présenter des propriétés magnétiques très différentes, paraissant correspondre à des structures différentes de l'ion paramagnétique qu'ils renferment.

OPTIQUE. — *E. Darmois* (prés. par M. A. Cotton). — **Action de l'acide borique sur le pouvoir rotatoire de l'acide malique et des malates.**

Cette étude a mis en évidence l'existence de complexes dextrogyres et lévogyres, se présentant comme des combinaisons du malate acide d'ammonium avec 1/2 ou 1/3 de molécule d'acide borique. On a pu isoler des sels lévogyres d'ammonium, de sodium et d'aniline, bien cristallisés. La préparation des complexes dextrogyres paraît plus difficile, ces composés n'étant stables que dans des conditions données de concentration.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *P. Lambert et D. Chalonge* (prés. par M. A. Cotton). — **Microphotomètre enregistreur à cellule photo-électrique.**

On se sert d'une lampe à 3 ou 4 électrodes qui, combinée avec une cellule photo-électrique, fournit, avec un montage convenable, un courant filament-plaque proportionnel à l'intensité du faisceau lumineux qui tombe sur la cellule. On peut enregistrer ainsi la distribution de l'énergie dans un spectre.

HYDROLOGIE. — *Ch. Jacquet* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **Sur la constante du débit de la source froide Velléda de l'Etablissement thermal de Royat.**

On aurait pu penser que la source Velléda qui donne une eau froide (8°7), faiblement minéralisée, était alimentée par les eaux de pluie. La comparaison de son débit avec les hauteurs de pluie recueillies à l'observatoire du Puy-de-Dôme permet d'affirmer que ce débit est rigoureusement indépendant des conditions météorologiques extérieures.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *F. Lœwinson-Lessing* et *V. Mitkewitch.* — **Sur l'aimantation permanente naturelle et artificielle des roches.**

L'aimantation que l'on observe dans certaines roches naturelles peut être due à des coups de foudre, ou simplement à l'action du champ magnétique terrestre. Les auteurs ont fait des observations et réalisé des expériences, d'où il résulte que dans beaucoup de cas, on peut discerner l'une de ces causes par rapport à l'autre.

MÉTÉOROLOGIE. — *Henry Hubert.* — **Sur la quasi-permanence du dessin des courbes météorologiques en Afrique Occidentale.**

Le tracé des courbes représentant la distribution des éléments météorologiques, pour des périodes qui se correspondent, met en évidence une allure générale qui se maintient d'une année à l'autre. D'où le moyen de prévoir les transformations de temps qui vont se produire et qui se traduisent par une transformation dans les dessins des courbes. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Couder* (prés. par M. H. Le Châtelier). — **Action de l'ammoniaque sur la cyanamide.**

Le NH^3 sec est absorbé par la cyanamide pour donner un liquide légèrement jaune. L'étude de la réaction montre qu'il y a polymérisation en dicyandiamide. Si l'on chasse l'ammoniaque de la solution ammoniacale dans laquelle l'ébullioscopie établit l'absence de polymérisation, on a néanmoins un résidu de polymère comme s'il y existait une combinaison ammoniacale dont la dissociation conduirait au dimère observé.

— *P. Job* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude spectroscopique de la formation des complexes en solution et de leur stabilité.**

Si l'on prépare une série de mélanges, l'étude des spectres d'absorption met en évidence la formation de complexes. Deux spectrogrammes suffiront pour fixer la formule.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill* et *R. Grandadam* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la réduction des oxydes métalliques par les cyanures alcalins.**

Liebig avait mis en évidence les propriétés réductrices de CNK ; avec les oxydes, ce composé met le métal en liberté et on obtient l'isocyanate. L'étude a été reprise avec CNNa pur du commerce (98,5 %). Dans le vide les réductions se produisent à partir de 560° (fusion de cyanure). Jusqu'à 750° on retrouve le métal réduit ; Na se vaporise et les gaz CO, CO^2, N^2 se dégagent. L'isocyanate, comme les auteurs s'en sont assuré, se décompose dans le vide avant 700°, alors qu'il est stable au rouge vif à la pression ordinaire. Les oxydes alcalins terreux sont de même réduits.

— *Mlle Suzanne Veil* (prés. par M. G. Urbain) **La décomposition de H^2O^2 en présence de $(HO)^2$ Ni.**

Il n'y a pas de suroxydation de ce dernier, mais à mesure que H^2O^2 se décompose on constate une évolution des propriétés magnétiques de l'hydroxyde, ainsi que de son anhydride calciné. Au sein de H^2O^2, l'hydroxyde devient de moins en moins magnétique.

MÉTALLURGIE. — *Delbart* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Contribution à l'étude des aciers étirés à froid.**

Il y a lieu de distinguer deux températures de rechauffement, l'une faisant disparaître l'écrouissage et l'autre, ramenant la perlite globulaire à l'état sorbétique. Cette transformation intéresse la corrosion et on doit en tenir compte dans la réalisation d'appareils pour les travaux chimiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Haller et Salmon Legagneur.* — **Dicétones et cétones mixtes dérivées de l'α-mononitrile de l'acide camphorique et du cyanocampholate de méthyle.**

Les réactions du bromure de phénylmagnésium conduisent à des dérivés dibenzoyles α et β, dont la plupart sont dextrogyres.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Desgrez* et *R. Vivario.* — **Sur le dosage de C dans les matières organiques.**

L'oxydation sulfochromique effectuée dans l'appareil Desgrez en pyrex est complétée par le passage sur du CuO vermiculé. Un gazomètre plein d'air assure le cheminement

Digitized by Google

des gaz; les dérivés volatils de Cl et de N sont arrêtés par des tubes à ferrocyanure et à borax avant l'arrivée du gaz sur le CuO. De nombreux exemples montrent que le carbone est totalement brûlé et capté par le tube de Mohr.

A. RIGAUT.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Emm. de Martonne* et *L. Aufrère* (prés. par M. R. Bourgeois). — **Extension du drainage océanique.**

L'extension des régions drainées vers les océans n'a été jusqu'à présent calculée que de façon approximative. Les régions échappant au drainage océanique comprennent, non seulement les déserts et steppes arides, mais tous les bassins dont les pentes convergent vers une dépression intérieure. Au total, plus de 38 millions de kilomètres carrés échappent au drainage océanique.

PALÉONTOLOGIE. — *Pierre Lesne* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur la faune des alluvions tourbeuses de la vallée de la Seine au sud de Paris.**

Dans un banc de tourbe situé dans la région s'étendant à l'ouest de la ferme de l'Hôpital, à la limite des territoires de Choisy-le-Roi et de Villeneuve-Saint-Georges, et en particulier au voisinage immédiat de l'arrêt de Villeneuve-Prairie, l'auteur a trouvé de nombreux restes d'Insectes, presque tous des Coléoptères. La tourbe et les alluvions sujacentes lui ont fourni un certain nombre d'espèces de Mollusques.

La tourbière de Villeneuve-Prairie occupe le fond du chenal aujourd'hui colmaté qui, probablement à la fin du pléistocène, reliait la basse vallée de la Marne à celle de la Seine par le marais de Sucy, la ferme de l'Hôpital et l'arrêt de Villeneuve-Prairie.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Hypéricacées. Développement de l'embryon chez l'*Hypericum perforatum L.***

Si l'on considère la disposition des premiers blastomères, l'*Hypericum perforatum* offre surtout des analogies avec les espèces, telles que le *Linum catharticum*, qui possèdent des proembryons dits filamenteux. Si, d'autre part, l'on envisage les règles selon lesquelles la cellule supérieure du proembryon donne naissance à l'embryon proprement dit, le mode de différenciation et les fonctions de l'hypophyse, l'embryon de l'*Hypericum* peut être très étroitement comparé à celui du *Capsella Bursa-pastoris*. Il présente néanmoins un caractère qui lui est propre, consistant dans ce fait très général que l'embryon proprement dit tire tout entier son origine de la cellule-fille supérieure de la cellule apicale du proembryon bicellulaire.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Nouvelles observations sur la structure des Cyanophycées.**

Il résulte de ces recherches que la cellule des Cyanophycées renferme de nombreuses vacuoles, très petites, remplies de métachromatine (vacuome) qui sont localisées dans le cytoplasme et non dans le corps central (noyau).

PHYSIOLOGIE. — *J. Nageotte* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la contraction extrême consécutive à la congélation du muscle strié chez la grenouille.**

La présente Note est consacrée à la contraction extrême qui se produit au moment du réchauffement d'un muscle congelé à basse température (au-dessous de — 8°). Le raccourcissement du muscle dû à la décongélation dépasse celui qui est provoqué par la faradisation (75 pour 100 au lieu de 66 pour 100); pourtant il ne semble pas que les portions contractées des myofibrilles soient plus épaissies.

— *Ch. Champy* et *N. Kritch* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Analogie de l'action hormonique des glandes génitales mâles et femelles sur la crête des Gallinacés.**

Les glandes génitales mâles et femelles ont, à leur période de maturité, une action analogue sur certains caractères sexuels annexes. Ce parallélisme d'action du testicule et de l'ovaire sur certains phénomènes de développement déterminés peut être mis en évidence chez les Oiseaux par l'étude de l'évolution du tissu muco-élastique de la crête des coqs. Il est remarquable de constater que ce tissu mucoïde est un véritable réactif spécifique de l'action hormonique des glandes génitales, puisqu'il disparaît par castration, réagit aussi bien à la glande femelle qu'à la glande mâle, comme cela se produit chez les tritons et autres vertébrés à activité cyclique.

CYTOLOGIE. — *Marcel Avel* (prés. par M.-F. Mesnil). — **Vacuome et appareil de Golgi chez les Vertébrés.**

La présence d'un système permanent de vraies vacuoles, remplies d'un liquide aqueux, dans toutes les cellules animales, demanderait à être établie avec plus de rigueur. Les vacuoles, préexistantes ou non, que colorent le rouge neutre et les autres colorants vitaux sont, au moins chez les Vertébrés, indépendantes de l'appareil de Golgi, dont la conception classique subsiste.

ZOOLOGIE. — *René Jeannel* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur la morphologie et l'origine des ongles du tarse des insectes.**

L'ongle unique, terminant la patte d'une larve de *Trechus* (Coléoptère Carabique), n'est pas une simple phanère, mais est l'article terminal de l'appendice, ou dactylos lui-même. On ne peut pas dire que le dactylos de l'Insecte porte l'homologue de l'organe dactylien des Isopodes, mais il est remarquable que ses « lanières tactiles » soient toujours des organes sensitifs.

Le dactylos existe bien reconnaissable dans le nodule unguéal de tous les Insectes Ptérygotes.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Jacques Risler* et *Paul Mondain* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la limite de l'action antagoniste du spectre et l'application des radiations de grande longueur d'ondes au traitement des radiodermites et néoplasmes.**

L'action antagoniste des radiations n'est pas rigoureusement limitée dans le spectre de l'infrarouge. Cette action s'étend en effet dans le spectre visible jusqu'à $\lambda = 5890$ correspondant à la raie D_2 du sodium. Les constatations ont été effectuées en utilisant un filtre en matière plastique non chargée (phénol-formol) de 2 mm. d'épaisseur transparent pour le jaune, le rouge et environ 55 pour 100 de l'I-R.

Des radiodermites et des néoplasmes ont été traitées par deux méthodes différentes : 1° Irradiation avec l'arc à faisceau filtré; 2° exposition de la lésion au rayonnement de fluorescence et de phosphorescence en présence d'une lumière excitatrice. Une amélioration particulièrement rapide a été constatée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur une nouvelle méthode d'extraction des alcaloïdes ou de divers composés organiques contenus dans les organes.**

La méthode est fondée sur la protéolyse aseptique des tissus et viscères par action diastasique. Si l'on traite, en effet, une pulpe d'organe par la pancréatine, sous l'action de la trypsine que renferme ce produit, la digestion est rapide, et l'on obtient un liquide filtrant facilement et se prêtant parfaitement aux extractions par les solvants organiques.

— *A. Goris* et *M. Métin* (prés. par M. Roux). — **Sur la présence de deux alcaloïdes dans l'*Aconitum Anthora* L.**

L'*Aconitum Anthora* L. contient deux alcaloïdes, l'*anthorine*, soluble dans l'éther, et la *pseudo-anthorine*, insoluble dans ce solvant. Le premier est peu toxique, le second plus toxique. Ils ont, comme effets physiologiques principaux,

Digitized by Google

une paralysie des membres antérieurs de l'animal apparaissant 20 minutes après l'injection de la dose mortelle. L'action physiologique de l'aconitine est bien différente ; on constate, quelques minutes après l'injection de la dose mortelle, une paralysie des membres postérieurs.

Ces réactions physiologiques différentielles permettent de déceler de petites quantités d'aconitine mélangées à l'anthorine et à la pseudo-anthorine, alcaloïdes nouveaux isolés par les auteurs.

— *N. Bezssonoff* (prés. par M. Roux). — **Quelques données sur la nature du principe antiscorbutique dit Vitamine C.**

A partir du jus de chou frais traité à l'abri de l'oxydation, on obtient une substance cristallisant en aiguilles dans l'alcool absolu et l'acétone. Ce produit préserve les cobayes du scorbut à des doses journalières inférieures à 2 milligr. C'est un hydrocarbure donnant un dérivé aux réactions de l'orthodiphénol. L'oxydation de cette substance donne un quinone qui semble être phénolique anthracénique.

MICROBIOLOGIE. — *C. Gessard* (prés. par M. Roux). — **Bacilles pyocyanoïdes de la variété mélanogène.**

Les bacilles pyocyanoïdes sont des bacilles pyocyaniques qui ont perdu le pouvoir de faire de la pyocyanine dans les milieux propices à cette fonction spécifique. La variété mélanogène comprend les germes pyocyaniques qui font, en eau peptonée, un pigment noir prédominant sur la pyocyanine habituelle. Le bacille pyocyanique mélanogène doit fournir le pyocyanoïde correspondant, comme les bacilles des variétés achromogène et érythrogène ont fait leurs pyocyanoïdes respectifs. La glycérine a servi naguère à l'auteur à réaliser le pyocyanoïde érythrogène ; il a obtenu de même le pyocyanoïde mélanogène. Ce nouveau bacille pyocynanoïde a perdu le pouvoir gélatinolytique.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Léon Blum, Maurice Delaville* et *van Caulaert* (prés. par M. Widal). — **Sur les rapports entre l'état physico-chimique des humeurs et les phénomènes d'ossification et de décalcification.**

L'ossification et la conservation de la structure osseuse sont réglées par un équilibre acide base du sang avec prédominance des bases, tel qu'il existe chez le sujet normal. Tout déplacement de cet équilibre du côté acide, c'est-à-dire tout état d'acidose entraîne des altérations du squelette ; s'il s'agit d'os en voie de formation, il y a arrêt de l'ossification ; s'il s'agit d'os déjà formés, il y a désintégration osseuse se traduisant par une décalcification. Il faut une prédominance de bases dans le sang pour que la fixation du calcium sur les colloïdes du tissu ostéoïde soit possible.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Leçons sur la composition et sur les fonctions permutables, par Vito VOLTERRA et Joseph PÉRÈS. (Collection de Monographies publiées sous la direction de M. E. Borel.) In-8° de 180 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Cet ouvrage a une grande importance scientifique et philosophique. C'est sans nul doute le premier traité systématique de *synthèse fonctionnelle*. Cette science est née du jour où M. Volterra, pour résoudre les équations intégrales qui portent son nom, a introduit l'opération de composition, où il a formé suivant ce mode opératoire les puissances du noyau, et défini le noyau résolvant en combinant l'opération nouvelle avec des opérations analytiques familières. Ce succès justifie une étude autonome de la composition.

La méthode naturelle est celle du passage du fini à l'infini. On part de la composition des substitutions pour aboutir à la composition des noyaux. On est guidé par certaines analogies avec le calcul ordinaire : ainsi, en lieu et place des quantités négatives ou complexes, on rencontre ici des éléments formels, qui se présentent quand on étudie l'opération inverse de la composition. Ces analogies peuvent être poussées très loin : par exemple on peut définir des fonctions de composition pareilles au logarithme et à la fonction exponentielle ! Puis on étend, dans ce nouveau champ, le calcul infinitésimal lui-même. M. Pérès a donné à cette théorie une magistrale simplicité en utilisant systématiquement les transformations qui conservent la composition, transformations dont la découverte lui appartient.

Voilà un livre qui marque de réels succès à l'avantage des méthodes synthétiques. G. BOULIGAND.

Principes d'algèbre et d'analyse, par Émile BOREL. In-8° de 300 pages avec figures. Albin Michel, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Avec la collaboration de plusieurs savants, M. Émile Borel vient de fonder, sous le nom de *Bibliothèque d'éducation scientifique*, une collection nouvelle, et d'instituer, en dehors de toute préoccupation d'examen, un enseignement destiné à ceux qui désirent s'instruire, sans faire acte de scolarité. Le premier volume est consacré aux mathématiques : « elles ne sont pas seulement, dit le savant géomètre, l'instrument le plus puissant créé par l'homme pour étudier et vaincre les forces aveugles de la Nature. Elles sont aussi la plus belle des créations de l'imagination humaine et leur valeur comme œuvre d'art prime leur utilité aux yeux de tous ceux qui les connaissent ». Cette beauté, l'Auteur nous la fait admirer dans le monde varié des théories qui se groupent autour de l'idée simple de forme linéaire, théories empruntées soit à la Géométrie Analytique, soit au Calcul Différentiel, soit au Calcul Intégral. C'est cette heureuse sélection qui nous est présentée comme premier volume de la Collection sous le titre : *Principes d'Algèbre et d'Analyse*.

Il y a là une initiative extrêmement opportune, puisqu'elle rapproche des fonctions linéaires, base de l'algèbre élémentaire, la dérivation et l'intégration, qui sont des opérations du premier degré et on sait combien de tels rapprochements ont été féconds. Il est donc indiqué de les mettre à la base de l'enseignement. Aussi, ai-je l'impression que l'ouvrage de M. Émile Borel sera favorablement accueilli non seulement par les autodidactes, mais par ceux-là mêmes qui ont mission d'instruire et qui recherchent des idées fécondes pour renouveler leurs exposés.

J'appelle spécialement leur attention sur la manière dont l'auteur a présenté la théorie du logarithme, sur la note relative aux déterminants, complétée par des indications sur la notation tensorielle, enfin sur la facilité qu'un bon assemblage donne pour accéder à des sujets élevés : témoins les chapitres consacrés aux équations aux différentielles totales et aux équations linéaires aux dérivées partielles. G. BOULIGAND.

Calcul vectoriel, théorie, applications géométriques et cinématiques, destiné aux élèves de Mathématiques Spéciales et aux étudiants en Sciences Mathématiques et Physiques, par A. CHATELET et J. KAMPÉ de FÉRIET. In-8° de 425 p. avec figures, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 60 fr.

Digitized by Google

Voilà un livre qui aura sans doute une sérieuse influence sur les futures méthodes d'enseignement et sur les prochains programmes de Mathématiques Spéciales. Ce livre semble en effet le couronnement d'une série d'efforts qui ont permis au calcul vectoriel d'acquérir la précision et la simplicité requises pour devenir une base opportune de formation géométrique à la suite des élémentaires.

La simplicité apparaît dès les deux premiers chapitres où la transformation des coordonnées est ramenée à un simple changement d'unités, où toutes les évaluations de distances et d'angles sont rattachées à l'unique notion du produit scalaire. Chemin faisant, les auteurs ont insisté sur le concept d'exialité et sur des considérations d'homogénéité et de symétrie très utiles en physique.

Aux chapitres III et IV, la théorie des fonctions vectorielles d'une et de deux variables mène rapidement aux résultats les plus importants relatifs aux courbes et aux surfaces. L'étude des points singuliers montre la précision qui s'attache aux nouvelles méthodes.

Les chapitres V et VI exposent la théorie des vecteurs glissants et des complexes linéaires et la Cinématique. Ils sont complétés par une note traitant du mouvement d'un plan sur un autre. Enfin une autre note s'occupe des champs scalaires, des champs vectoriels, et des invariants différentiels qu'on rencontre en Physique Mathématique.

En résumé, des sujets nombreux, variés et importants sont ainsi traités avec un minimum d'effort et avec une très grande rigueur. Et même dans l'état actuel des programmes, les professeurs de Spéciales tireraient de là, pour la formation de leurs élèves, un exellent parti.

G. Bouligand.

L'Astre Méconnu : Notre Terre. — *Théories Nouvelles de la Chaleur, de l'Electricité, de la Lumière, des Sciences mathématiques*, par le Colonel P.-L. Monteil. Un vol. in-8° de 430 pages, Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 25 fr.

La loi nous oblige, après sommation de M. le Colonel Monteil, par ministère d'huissier, à insérer la réponse ci-dessous. Nous regrettons beaucoup qu'une semblable discussion ait pu naître et nous laissons à nos lecteurs le soin d'apprécier dans quelle mesure elle est utile à la Science.

N. D. L. R.

Réplique à M. Boutaric :

Les termes, quoique discourtois, de la réponse de M. Boutaric à ma lettre (parues l'une et l'autre dans le numéro du 24 janvier de la *Revue Scientifique*) m'autorisent à lui poser la question suivante :

Mon ouvrage (dont je restitue ci-dessus le sous-titre omis par le critique) n'a pas été pour lui compréhensible, affirme-t-il, « *après avoir passé consciencieusement près d'une heure sur les premières phrases* » ; mais alors pourquoi en avoir fait une critique si copieuse et acerbe à la fois ? S'il ne relevait que de son mépris scientifique, il lui suffisait de le négliger.

Le mystère est éclairci, M. Boutaric est orfèvre. Il vient en effet de publier un *Précis de Physique*, et par une singulière occurrence, cet ouvrage est annoncé à la suite du mien propre dans le Numéro du 22 novembre 1924, page 700 — et les deux ouvrages exposent deux doctrines contraires.

Dans le *Précis de Physique* s'affirme le néant des conceptions de la science classique sur : la chaleur, l'électricité, la lumière, matières au sujet desquelles l'auteur me reproche de ne pas pratiquer la *foi du charbonnier*.

Je ferai à mon tour quelques emprunts *suggestifs* à l'ouvrage de M. Boutaric, sans les tronquer toutefois. On peut lire :

« *La chaleur* est la cause, *d'ailleurs inconnue*, des *manifestations* de *chaud* et de *froid* (p. 215). »

« *L'électricité ? ? ?* »

« On dénomme *corps lumineux*, des corps susceptibles d'être perçus par notre sens de la vue (p. 461) ».

Par opposition, dans *l'Astre Méconnu*, les phénomènes précités ont été étudiés et définis dans leurs *causes premières* et le résumé, si souvent cité par M. Boutaric, présente, au lieu des cloisons étanches de la science classique entre ces matières, une méthode ordonnée, une unité de conception qui se formule : *Tous ces phénomènes : chaleur, électricité, lumière, son, etc..., ont une origine commune ce sont des phénomènes caloriques, parce que la chaleur est matérielle.*

La condamnation *ex cathedra*, prononcée par l'auteur du *Précis de Physique* est donc au moins tendancieuse, elle ne m'émeut pas. Je garde le sourire, attendant le jugement des lecteurs.

En terminant, M. Boutaric évoque, toujours d'après l'obsédant résumé, mon œuvre mathématique.

Négligeant son *a fortiori* de stupéfaction, il me suffira de préciser :

Les solutions indiquées font l'objet de *démonstrations* substituées aux *définitions* ou *négations* de la science classique. Dans l'ordre d'énumération, ces démonstrations sont contenues dans les pages 357 et 375 à 386 de mon ouvrage. Elles sont compréhensibles pour un élève d'élémentaire ; les parchemins universitaires, accumulés par le savant professeur, lui permettent donc de lire ces démonstrations, et *si elles sont fausses*, de les *réfuter*.

Et à cet égard encore, je garde le sourire.

Colonel P.-L. Monteil.

Balistique extérieure par J. Ottenheimer. In-16 de 200 pages (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr.

D'une manière générale, les guerres retardent l'avancement de la science. Il faut cependant reconnaître que la dernière a fait progresser la balistique.

Des méthodes nouvelles ont été proposées par divers professeurs et ingénieurs pour le calcul des trajectoires, pour l'étude du mouvement du projectile autour du centre de gravité, pour l'analyse des phénomènes acoustiques, d'où l'on déduit *a posteriori* des règles permettant le repérage des batteries ennemies.

Ce sont ces nouvelles acquisitions de la Science dont M. J. Ottenheimer nous donne un exposé, clair et précis, facilement accessible à un lecteur initié à la Mécanique Rationnelle. Un tel ouvrage répondait à un besoin et trouvera sans nul doute un accueil extrêmement sympathique.

G. Bouligand.

Interférences, par H. Bouasse, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse et L. Carrière, professeur à l'Institut catholique de Toulouse. (*Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien.*) In-8° de xxxii-462 pages avec 226 figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 32 fr.

Diffraction, par H. Bouasse et L. Carrière. (*Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien.*) In-8° de xxii-480 pages avec 256 figures. Delagrave, éditeur. Paris. — Prix : 34 fr.

MM. Bouasse et Carrière nous donnent un exposé très complet des nombreux phénomènes d'interférence et de

Digitized by Google

diffraction qui ont été si minutieusement étudiés par les physiciens du XIXe siècle. L'ouvrage comprend deux volumes, l'un consacré aux interférences, l'autre à la diffraction. Dans chacun d'eux, les auteurs ont eu soin de rassembler en quelques chapitres de début les notions de cinématique ou de mathématiques qui permettront d'alléger l'exposé des théories. Ainsi, l'ouvrage sur les interférences débute par l'étude des mouvements pendulaires, celui sur la diffraction par une introduction mathématique consacrée aux propriétés des fonctions $\frac{\sin x}{x}$ et $\frac{(\sin x)^2}{x}$, aux intégrales de Fresnel, aux fonctions de Bossel, etc. Tout au début, les auteurs exposent également les hypothèses générales servant de base à la théorie des ondulations de Fresnel qui seront admises dans le reste de l'ouvrage : ils attribuent la lumière à la vibration des particules d'éther s'effectuant dans les plans normaux aux rayons suivant des trajectoires elliptiques. Bien que l'hypothèse de la transversalité des vibrations ne soit pas nécessaire pour interpréter les phénomènes d'interférence et de diffraction, il semble naturel, dans un ouvrage qui s'adresse à des lecteurs ayant une connaissance générale de la physique, de la poser dès le début.

Dans le volume consacré aux interférences, les auteurs étudient successivement les miroirs de Fresnel et autres dispositifs analogues; puis les phénomènes présentés par l'interférence des rayons réfléchis sur les deux faces des lames transparentes, les franges pouvant être soit à l'infini soit localisées dans la lame; ce sont les interférencees de ces derniers groupes qui ont donné lieu aux plus brillantes applications et notamment à l'évaluation du mètre en longueurs d'onde. Les autres chapitres sont consacrés à la localisation des franges, à leur achromatisme, aux ondes stationnaires et à la diffraction des rayons X.

Dans le volume consacré à la diffraction, on trouve l'étude des phénomènes de diffraction présentés par les ouvertures circulaires ou limitées par des droites parallèles; ces résultats sont appliqués aux phénomènes des couronnes et à l'étude des réseaux; viennent ensuite les phénomènes où interviennent plusieurs diffractons, la vision dans le microscope, l'arc-en-ciel, les phénomènes au voisinage des foyers (focales et caustiques) la polarisation par diffraction, les milieux troubles.

Tout ce qui a été publié de quelque importance sur les phénomènes d'interférence et de diffraction se trouve exposé dans ces deux volumes qui seront accueillis par le public scientifique avec la même faveur que les ouvrages précédents de M. Bouasse. Signalons les belles reproductions de franges relatives aux divers phénomènes étudiés.

Tous ceux qui écrivent liront avec plaisir et profit les spirituelles préfaces consacrées au « Discours sur le style » et à des « Conseils aux savants qui veulent être lus ».

A. Bc.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

G.-F. Kay et *J.-H. Lees.* — Iowa Geological survey. Annual Reports 1919 and 1920 with, accompanying papers. In-8° de 568 pages. — Publié par l'État de Iowa.

A. Gougis. — Manuel du Conducteur de machines agricoles. In-8° de 350 pages avec 193 figures. Librairie agricole. Paris. — Prix : 15 francs.

Geddes et *Thomson.* — Biology. In-18 de 254 pages. Williams et Norgate, éditeurs, Londres. — Prix : 2 sh. 6.

A. Martinet. — Énergétique clinique. Physiopathologie thérapeutique. Le Sympathique. Le Vague. Les Réflexes de la vie organique. In-8° de 426 pages avec 104 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

René Champly. — Ma maison à bon marché. In-8° de 272 pages avec 262 figures. Girardot, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

B. Chauveau. — Électricité atmosphérique, 2e fascicule. Le champ électrique de l'atmosphère. In-8° de 272 pages avec 29 figures et 11 planches. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L. Duparc et *P. Wenger.* — Manuel théorique et pratique d'analyse volumétrique, 2e édition. In-8° de 212 pages (*Bibliothèque scientifique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Darras. — Statique graphique élémentaire et notions préliminaires de Résistance des Matériaux, suivies des Tables des poutres et poutrelles en bois et en fer classés par ordre numérique des modules de section $\frac{I}{V}$. In-8° de 397 pages avec 205 figures. Girardot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

René Bardin. — Le guide du Dessinateur-Mécanicien. In-8° de 110 pages avec 55 dessins et figures et nombreux tableaux. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

H. Lagarde. — Qui peut distiller? Dans quelles conditions? Commentaires et explications de la loi sur les bouilleurs de cru. In-16 de 40 pages. Librairie agricole, Paris. — Prix : 3 francs.

C. Potrat. — Le Melon, suivi de la culture de la pastèque et du concombre. In-16 de 184 pages. Librairie agricole, Paris. — Prix : 6 francs.

Dr Charles Perrier. — L'oreille et ses rapports avec la taille, la grande envergure, le buste, le pied, le crâne chez les criminels. In-8° de 206 pages avec 50 illustrations. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Osborn. — Fifty-fifth annual Report of the trustees the American Museum of natural History, for the year 1923. The city of New-York, 1924.

Dupont. — La Mécanique nouvelle démontrée par les principes classiques. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

J. Rouch. — Les méthodes de prévision du Temps. In-16 de 280 pages avec figures (*Nouvelle collection scientifique* dirigée par Émile Borel). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Jean Mascart. — Notes sur la variabilité des climats. Documents lyonnais. Étude de la climatologie. In-8° de 382 pages. Audin et Cie, éditeurs, 3, rue Davout, Lyon. — Prix : 25 francs.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XVe)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 8 — 67e ANNÉE — 25 AVRIL 1925

LA LUNE ET LES ÊTRES MARINS

« Il est plus de choses sous le ciel que n'en peut rêver toute notre philosophie », dit au clair de la lune, Hamlet, prince de Danemark, après avoir vu et entendu le spectre de son père. Je serais tenté d'en dire autant au début de cette étude, pour excuser mon imprudence d'avoir accepté de l'écrire.

Si, il y a quelques années, on m'avait demandé de traiter des rapports de la lune et des êtres vivants, j'aurais souri... et refusé. Qu'en peut-on dire, en effet, qui soit logique, de bon sens et ne choque pas toutes les habitudes de notre raison?

Depuis, j'ai vu, nous avons vu, mon ami Fage et moi, de bien curieux phénomènes qui se répètent périodiquement, à certaines phases de la lune, et nous ne sommes pas seuls à les avoir observés. Le désir m'est naturellement venu de vous en faire part, de vous faire assister à nos pêches nocturnes, de vous raconter les merveilles que nous avons admirées, de vous montrer ces noces et ces danses qui, certains soirs, animent la mer.

Dans mon enthousiasme, je n'avais pas songé aux multiples difficultés d'un tel sujet, à ses dangers même. Maintenant que nous sommes réunis, ils m'accablent et me confondent. Que puis-je dire et comment le dire, en effet, pour ne pas vous décevoir ni vous tromper, pour ne créer aucun malentendu et ne pas transformer tout de suite notre lune de miel en une froide lune rousse, pleine de mécontentements?

Ah! si j'ai souri de la lune, je n'en ris plus en ce moment.

Vous êtes ici dans un Institut scientifique où vous venez pour apprendre des faits, non pour rêver. Je suis moi-même un scientifique et je vous dois uniquement des faits et des raisons. Or, je puis bien vous parler des êtres marins, de leurs mœurs et de leurs rythmes, mais de la lune et de son influence, je dois vous avouer que je ne sais rien. Je vous apporte des faits dont je n'ai pas l'explication, et c'est bien là, je le crains, ce qui va mécontenter tout le monde, et les savants et les curieux qui m'écoutent.

Parmi les hommes de science constamment entraînés dans leurs laboratoires à chercher la cause immédiate, dernière, des phénomènes, la seule d'ailleurs, je le sais bien, qu'il est le plus souvent possible d'atteindre — quand on l'atteint! — quelques-uns s'irriteront peut-être de ce sujet singulier, si éloigné de leurs pensées habituelles!

Et parmi ces curieux, trop peu sensibles aux difficultés des recherches qui, chaque jour, nous apprennent la sagesse et la prudence, combien se contenteront des faits, quand je leur aurai dit que je ne sais rien de leurs causes, combien iront plus loin que je les mènerai, dépasseront mes dires et colloreront de leurs croyances, reconnues ou inconscientes — qui de nous n'en sent grouiller en lui! — les données de nos observations. Ce n'est pas ici le lieu, ce n'est pas mon rôle de réveiller de telles pensées obscures, de tels sentiments ténébreux, d'évoquer des émotions enfantines ou ancestrales pour faire de la lune un être vivant, un dieu, une puissance agissant sur les faibles humains.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

Vous connaissez « l'astrologue qui se laisse tomber dans un puits ».

.....On lui dit : « Pauvre bête,
Tandis qu'à peine à tes pieds tu peux voir,
Penses-tu lire au-dessus de ta tête? »

Je reconnais bien volontiers que le monde ne répond guère aux questions que lui pose notre insatiable curiosité, mais ce n'est pas une raison pour en admettre l'explication par une croyance irrationnelle ! Non pas à chacun sa vérité, s'il vous plaît, mais bien, si elle ne se dévoile pas, le doute, seul oreiller pour les têtes bien faites, même s'il empêche de dormir. Je vous supplie donc de ne teinter d'aucun mysticisme les faits que je vais rapporter.

Ma crainte n'est pas mon seul malheur ! il en est un autre que vous devrez partager. La lune n'est pas photogénique et nous n'avons pu jusqu'ici photographier les scènes auxquelles nous assistions. Tout au plus pourrai-je donc montrer le paysage dans lequel se font nos pêches et les animaux dont je vais vous parler.

***

Imaginez un instant que vous êtes ailleurs que dans ce palais de science et qu'un poète se tient devant vous. Lui demanderiez-vous un film justificatif de ses vers, un enchaînement logique de ses pensées, ou même la vérité dans ses dires?

Heureux poète qui, rien qu'en allumant les lampes bleues de la rampe, peut créer un clair de lune, éternel décor de toutes les scènes d'amour !

« La lune, doucement, se lève sur Cythère »
(Samain. Le chariot d'or.)

Pour animer son ciel nocturne, il a plus de claviers qu'un grand orgue. Il peut choisir à son gré sérénade ou lamento, l'amour, la mort ou le rêve, Olympio ou Roméo. S'il le veut, le rossignol chante, ou hulule le chat-huant, la fée visite au ciel Ariel, la sorcière hante Caliban. La lune elle-même, il la modèle « ainsi qu'une médaille neuve » (Baudelaire), il la fait ironique, mélancolique, la montre blasphémant, grimaçant, souriant, caressant, tout émue, ou bien nue !

Je n'ai jamais tant senti l'infirmité de notre science, ni si bien deviné la joie créatrice du poète qui peut tout dire, tout évoquer, en liberté, tandis que nous, pauvres savants, sommes toujours maintenus en laisse dans les chaînes de notre raison.

Hélas, la science ne fréquente pas les Muses, elle ne nous laissera donc pas rêver, même un instant, que nous sommes ici, en Égypte, dans le temple d'Isis, en Phénicie, dans celui d'Astarté, de Baaleth ou de Tanit, en Grèce, chez Séléné, Artémis ou Hécate, à Rome, chez Diane, Vénus ou Junon. Quelles belles lunes nous y trouverions, et quelles charmantes histoires nous conteraient-elles ! Ce serait la reine des astres, la reine du ciel, la vierge et aussi la chasseresse, la lycoénne qui chasse les loups, l'élaphébole qui tue les cerfs, l'agrotère qui parcourt les campagnes, et encore la lucine qui préside aux accouchements. Nous l'adorerions comme Hierea la chaste, Calliste la très belle, Euclée de bonne réputation. Elle serait la déesse des songes, des enchantements, des spectres et des expiations ; elle serait surtout la beauté et l'amour. Lors des danses de ses prêtresses, nous verrions des essaims de jeunes filles, « vêtues d'étoffes transparentes comme des nuages lunaires, glisser, telles les ombres de la lune, sur les nuées nocturnes, déroulant doucement le labyrinthe de leurs danses sinueuses, tressant la ronde de Pasiphaé, la Lumineuse, la Pleine Lune ronde, tourbillonnante, qui anime tout l'univers, depuis les vrilles de la vigne jusqu'au remous des gouffres marins, depuis l'enroulement des boucles virginales jusqu'aux révolutions des astres nocturnes : car tout dans le monde danse, tourne en une ronde éternelle ». (Merejkowsky, traduit par Dumesnil de Gramont.)

« Mais où sont les lunes d'antan?
Et que Dieu n'est-il à refaire? »
(Laforgue. L'imitation de N.-D. la Lune.)

Si nous abordions chez des sauvages, des primitifs ou même, plus près, si nous fréquentions des paysans, des bonnes gens de chez nous, et que nous leur demandions, en confidence, ce qu'ils pensent de la personnalité de la lune et de son influence, plus d'un répondrait, aujourd'hui encore, que la lune, femme ou sœur du soleil, partage avec celui-ci le soin d'éclairer le monde, quand elle n'a pas été reléguée seule dans la nuit à cause de son inconduite ; qu'on y voit, dans son plein, soit un lièvre, soit mieux la figure d'un homme qui y est en pénitence ; que, lorsqu'elle disparaît chaque mois, le bon Dieu en fait des étoiles, etc., etc. Et combien de marins croient que le temps du premier jour d'un quartier durera autant que la lune ; combien de cultivateurs se méfient de la lune rousse ; combien de vignerons observent la lune avant de mettre leur vin en cave? On plante, on sème, quand la lune croît ; à son déclin, on cueille, on abat, on coupe.

Un livre ne suffirait pas, encore bien moins une conférence, pour rassembler les innombrables croyances populaires relatives à la lune. Qu'y a-t-il de vrai dans toutes ces traditions?

Il n'est pas douteux, et d'ailleurs il n'est pas

Digitized by Google

non plus choquant pour notre raison, que la lune agisse sur le monde. Depuis longtemps, on sait que la lune est la cause principale des marées océaniques et les plus grands esprits : Newton, Bernouilli, Laplace, Thomson, Henri Poincaré, se sont appliqués au calcul de leur prédiction. Du moment, que la lune attire la mer, elle peut aussi bien et même mieux attirer l'air et, depuis près d'un demi-siècle, divers savants : A. Poincaré, père du Président de la République, Garrigou-Lagrange, le P. Colin, ont cherché dans ces marées atmosphériques l'explication de divers phénomènes météorologiques et notamment des dépressions. Si la lune déplace l'air et l'eau, elle agit par ce fait même sur l'écorce terrestre et, si Montessus de Ballore n'a pu établir de relation entre la lune et les tremblements de terre, du moins, le P. Dechevrens a constaté des marées électriques, c'est-à-dire une action de la lune sur le magnétisme terrestre.

Cependant, la croyance à la lune rousse s'est montrée sans fondement, après que des astronomes tels qu'Herschell et Arago s'en furent occupés.

La lune peut-elle avoir aussi des influences biologiques, en outre de l'action de sa lumière et des marées qu'elle cause?

Depuis longtemps, beaucoup de fous sont appelés lunatiques, surtout lorsqu'ils ont des « lunes », des changements de leur caractère plus ou moins périodiques; des savants tels qu'Arrhenius ont supposé un rapport entre les phases de la lune et les crises d'épilepsie ou de somnambulisme.

Quelques auteurs ont cru observer chez l'homme normal une périodicité du même ordre de son activité physiologique, et notamment des rythmes cardiaque et respiratoire, des fonctions cérébrales et génésiques.

Chez la femme, l'existence d'un rythme cosmique est de croyance courante, bien qu'on ne puisse dire, semble-t-il, jusqu'à quel point celle-ci est justifiée. Arrhenius qui l'a constatée l'expliquerait par une influence des variations de l'électricité atmosphérique, et Darwin, non sans imprudence, y trouverait une preuve de l'origine marine des Mammifères et de leur souvenir ancestral des marées!

La statistique des naissances, elle-même, a montré à Arrhenius une faible périodicité lunaire.

De ces faits, encore épars et incertains, à la croyance en une influence secrète, personnelle de la lune sur nos actions et nos pensées, il y a loin, si loin, qu'il serait insensé de le prétendre.

Il faudrait d'abord s'assurer de la réalité de ces rythmes, si peu marqués qu'ils échappent à l'observation non préméditée. Ensuite seulement, on pourrait en chercher l'explication. Et encore, du fait que deux phénomènes ont la même période, que deux rythmes coïncident, ou à peu près, il ne s'ensuit pas qu'ils aient le moindre rapport.

Revenons à l'astrologue de la fable que nous avons laissé dans son puits, et écoutons le grand poète arrêter, pour toujours, ses élucubrations sur de pareils sujets :

Parmi ce que de gens sur la terre nous sommes,
Il en est peu qui fort souvent
Ne se plaisent d'entendre dire
Qu'au livre du Destin les mortels peuvent lire.
Mais ce livre, qu'Homère et les siens ont chanté,
Qu'est-ce, que le Hasard parmi l'antiquité,
Et, parmi nous, la Providence?
Or, du hasard, il n'est point de science :
S'il en était, on aurait tort
De l'appeler hasard, ni fortune, ni sort ;
Toutes choses très incertaines.
Quant aux volontés souveraines
De Celui qui fait tout, et rien qu'avec dessein,
Qui les sait, que lui seul? Comment lire en son sein?
Aurait-il imprimé sur le front des étoiles
Ce que la nuit des temps enferme dans ses voiles?
A quelle utilité? Pour exercer l'esprit
De ceux qui de la sphère et du globe ont écrit?
Pour nous faire éviter des maux inévitables?
Nous rendre, dans les biens, de plaisirs incapables?
Et causant du dégoût pour ces biens prévenus,
Les convertir en maux devant qu'ils soient venus?
C'est erreur, ou plutôt c'est crime de le croire.
.....
Du reste, en quoi répond au sort toujours divers
Ce train toujours égal dont marche l'univers?
(La Fontaine, II, XIII.)

Maintenant que je crois vous avoir suffisamment mis en garde contre les écarts possibles de vos imaginations, je me sens beaucoup plus à l'aise pour vous conter les mœurs, les danses et les amours nocturnes de certains animaux marins. Ce sont des faits, rien que des faits, et je ne crains plus de vous voir teinter d'aucun mysticisme ces histoires de vers, d'oursins, de mollusques, de poissons.

***

L'une des plus curieuses, et la plus anciennement connue des naturalistes, est celle du palolo.

Palolo est le nom que donnent les indigènes des îles Samoa à un ver que ceux des îles Fidji appellent Mbalolo et que les savants, depuis qu'ils le connaissent, ont baptisé *Eunice viridis*. On l'a rencontré parmi les récifs de quelques groupes d'îles du Pacifique sud, près de l'équateur. Les premiers spécimens en furent apportés de Samoa, en Angleterre, en 1847, par le Révérend J.-B. Stair et décrits la même année par le Dr John Edward Gray, du British Museum. En 1875, quand les Fidji devinrent une colonie de la Couronne, l'expédition de sir Arthur Gordon visita les îles de cette

Digitized by Google

région, et Whitmee révéla le rôle inattendu que ce ver jouait dans la vie des indigènes.

Ceux-ci savaient, à Samoa comme aux Fidji, qu'il apparaît chaque année, par myriades, à la surface de la mer, aux derniers quartiers de la lune des mois d'octobre et de novembre, c'est-à-dire au printemps, avec une régularité telle qu'il marquait la date la plus importante de leur calendrier. Ils savaient qu'à l'époque où le palolo pullule, certains poissons apparaissent, les crabes terrestres pondent, d'autres vers fourmillent, tandis que, sur terre, les ignames deviennent bons à manger; les autres fruits et les tubercules mûrissent un temps déterminé avant ou après le palolo.

A Samoa, l'époque d'essaimage du palolo est appelée *tauma famua*, le temps où il y a beaucoup à manger; aux îles Banks, c'est *taumatua*, la date de la maturité. Pendant trois jours, partout, il y a grande réjouissance : le premier, *salefu*, la mer se trouble et se couvre d'écume, prévenant ainsi les habitants; le deuxième, *motusaga*, de nombreux petits annélides pondent et quelques palolos paraissent; le troisième jour enfin, *tatelega*, les indigènes sont rassemblés de plusieurs milles à la ronde, aux points du rivage où les palolos sont les plus aisés à capturer; ils les recueillent à l'aube, dans l'eau devenue épaisse comme un vermicelle, les mangent en cérémonie et préparent les œufs pour en utiliser les matières grasses dans leur alimentation.

Ce n'est qu'en 1897 qu'Alexandre Agassiz appela l'attention des naturalistes sur ce curieux ver; la même année, deux explorateurs allemands, que le désir de colonisation de leur gouvernement avait expédiés dans l'ouest du Pacifique sud, observèrent indépendamment l'un de l'autre son essaimage et, l'année suivante, 1898, Ehlers donna la première description complète de l'animal dans lequel il reconnut une portion antérieure, munie d'une tête, qui reste cachée sous les rochers et une partie postérieure, profondément transformée à l'époque de la reproduction, bourrée d'œufs vert bleuâtre ou de sperme brun rougeâtre, beaucoup plus longue et mince que la première. C'est celle-ci seule qui se détache annuellement, au matin du *tatelega*, et qui vient nager, onduler, tortiller, à la surface de la mer.

En 1903, Woodworth étudia sur place, à Samoa et aux Fidji, la biologie de l'animal entier; il le vit, *in situ*, dans les galeries et les crevasses des coraux, entre deux et six mètres de profondeur, où il grandit jusqu'à atteindre 40 centimètres de longueur. Sa partie postérieure seule se transforme en un sac de produits génitaux et se détache une fois par an pour monter à la surface, y flotter quelques heures seulement et assurer par sa rupture la reproduction et la multiplication de l'espèce. La partie antérieure, restée en place, régénère ensuite un nouvel animal complet.

Récemment (1922), Granville Corney a réuni les observations faites pendant vingt-cinq ans, de 1897 à 1921, à Tokou, près de Levuka, aux îles Fidji. L'essaimage principal, qui transforme pendant quelques heures la mer en vermicelle ou en macaroni, y a lieu chaque année, le matin du septième, huitième ou neuvième jour qui suit la pleine lune de novembre ou du commencement de décembre, les intervalles étant d'une année à l'autre de 353 ou de 382 jours, soit exactement douze ou treize mois lunaires; il est précédé un mois plus tôt, au même moment de la lune, d'un premier essaimage moins important et souvent si faible qu'on ne le reconnaît pas.

L'histoire du palolo pacifique n'était pas encore entièrement connue qu'un autre palolo était signalé dans l'Atlantique, par Alfred Gainsborough Mayer, en 1900. C'est encore un Eunicien, *Eunice fucata*, mais qui n'avait attiré jusque-là l'attention de personne. Mayer l'observa pendant plusieurs années (1898-1908) à Tortugas (Floride) où il vit, comme son congénère du Pacifique, dans les crevasses des Madréporaires morts et corrodés. Il y atteint à l'époque de la reproduction 25 centimètres de long; les mâles sont alors rouge saumon et les femelles gris verdâtre. L'essaimage se produit dans les trois jours qui suivent le dernier quartier de la lune, entre le 29 juin et le 28 juillet. Au jour dit, avant le lever du soleil, les animaux mûrs sortent tout entiers de leurs trous; aux premiers rayons, on les voit nager à la surface, en se contractant violemment; la paroi de leur corps ne tarde pas à se déchirer en divers points, livrant passage aux produits sexuels qui s'échappent et se mélangent; puis les vers, épuisés, se laissent tomber sur le fond et regagnent quelque nouvelle fente, après s'être débarrassés de leur partie postérieure vidée; ils meurent alors, ou bien régénèrent une nouvelle extrémité sexuée. L'essaimage ne dure qu'un matin; exceptionnellement, on voit quelques individus un ou deux jours plus tôt ou plus tard. Quand le dernier quartier de la lune est tard, en juillet, on peut observer une autre apparition au premier quartier.

Mayer ne se contenta pas de ces observations intéressantes; le premier, il essaya d'expérimenter sur les causes de ces rythmes singuliers. Il reconnut que l'impureté de l'eau, son renouvellement insuffisant, l'excès d'acide carbonique, peuvent, en aquarium, empêcher les vers d'essaimer à la date voulue. Ayant placé un mois d'avance onze de ceux-ci dans une boîte flottante soustraite à l'action de la marée, il n'en vit que quatre agir comme

Digitized by Google

tous ceux qui se trouvent dans des conditions naturelles ; avaient-ils gardé le souvenir du moment propice, les autres l'avaient-ils oublié? Vingt-deux autres vers furent mis dans des boîtes protégées contre la lumière de la lune, aucun ne vint nager à la surface ; la lumière a-t-elle donc une influence? mais alors, pourquoi n'agit-elle pas les jours précédents, quand la lune est plus ronde et qu'elle éclaire plus longuement? D'ailleurs, Treadwell, répétant en 1921 cette dernière expérience, n'en obtint pas le même résultat. Et comment, d'autre part, ces vers font-ils pour être tous prêts le même matin? ont-ils mûri leurs glandes en même temps et à la même vitesse?

Le palolo atlantique était à peine révélé qu'on en découvrit un autre au Japon. En 1901, Osawa signalait dans la rivière de Tokyo l'essaimage d'un Néréidien qu'Akira Izuka appela *Ceratocephale Osawai* en même temps qu'il faisait connaître, deux ans plus tard, tous les détails de sa biologie. Je ne crois pas pouvoir mieux faire que de suivre ici le récit d'Izuka.

Ceratocephale Osawai est un des annélides les plus communs de Tokyo et de son voisinage ; sa forme immature est connue des pêcheurs sous le nom d'*ilome* et celle transformée sous celui de *bachi*. La première vit en grande abondance dans la zone des marées de la rivière Sumida, jusqu'à six milles de son embouchure et dans le golfe de Tokyo ; on la trouve à mer basse, à un pied dans le sable et la vase où elle marque sa présence, à la surface, par un petit trou surélevé ; au moment du flot, quelle que soit l'heure, elle quitte son abri et circule sur le fond, active et vorace, en quête de nourriture. Elle grandit ainsi jusqu'à atteindre vingt à vingt-cinq centimètres et compter trois cents segments. Au début de septembre commencent les transformations que Gravier a bien étudiées en 1913 : les yeux s'accroissent, la partie antérieure grossit tandis que la postérieure, deux fois plus longue, s'atrophie, dégénère et finit par se détacher ; le ver a alors tellement changé d'aspect qu'on dirait une espèce différente, il est deux fois moins long et trois fois plus gros. Le ver immature atoque rampait ; le ver transformé, épitoque, nage activement et monte à la surface, tout au moins quand l'eau est calme et qu'il ne pleut pas ; la lumière n'agissait pas sur les atoques, elle attire les épitoques et une bougie suffit pour rassembler tous ceux qu'on avait mis dans un aquarium. Mais cette activité et cette sensibilité ne se montrent qu'à un moment précis. Les pêcheurs savent que les *bachi* essaiment en octobre et en novembre, en quatre périodes durant chacune quelques soirs, voisins de la nouvelle et de la pleine lune, aussitôt après le flot ; et comme ils les pêchent pour appâter, il en résulte des scènes probablement fort pittoresques. Voici comment Izuka raconte la première observation qu'il fit le 9 octobre 1896 : « A temps pour voir le début de l'essaim, j'étais sur la rivière, dans un bateau conduit par deux pêcheurs et muni d'une lanterne. Vers six heures et demie du soir, on atteignit la place considérée comme favorable. Le flot devait se produire à 6 h. 54. Pendant que nous attendions, une foule d'autres bateaux, pourvus de lumières pour attirer les vers, s'assembla près du mien. Vers sept heures ou un peu plus tard, les premiers vers furent aperçus nageant ; c'étaient de petits individus, de 30 à 40 millimètres ; environ quinze minutes après, d'autres plus gros survinrent, certains traînant encore leur partie postérieure atrophiée. En une demi-heure, l'essaim atteignit sa plus grande densité. Tous nageaient rapidement, un peu à la manière des anguilles, dans toutes les directions. On en voyait jusqu'à trois ou quatre pieds sous la surface, et si nombreux qu'on ne pouvait mettre la main dans l'eau sans en toucher quelques-uns. Au bout d'une heure et demie, les plus grands commencèrent à disparaître et à neuf heures, on n'en voyait plus aucun. Les produits sexuels sont émis pendant cet essaimage et les œufs fécondés tombent lentement sur le fond, où ils expulsent leurs globules polaires et commencent à se segmenter. Quant aux adultes qui ont pris part à la noce, il semble qu'épuisés, ils se laissent choir inertes, à moins qu'ils ne soient entraînés vers le large. En tous cas, ils ne tardent pas à mourir et il est peu probable que ceux d'un soir prennent part à la fête du lendemain ».

Izuka fait remarquer que l'essaimage coïncide avec les plus grandes marées, mais il ne dit pas quelles en sont les causes.

En 1905, Horst a fait connaître un Eunicien d'Amboine (Iles Moluques), auquel il a donné le nom de *Lysidice Oele*, mais que les indigènes connaissent bien sous le nom de *wawo*, qui essaime en mars et avril, la deuxième et la troisième nuit après la pleine lune.

En 1909, Scott a signalé à Woods Hole un autre Annélide, *Amphitrite ornata*, vivant sur le sable, qui pond ses œufs en juin, juillet et août, au moment de la nouvelle et de la pleine lune. Scott en cherche l'explication dans l'abondance de la nourriture à cette époque et dans la température élevée du sable découvert au moment des grandes marées.

En 1911, Galloway et Welch ont publié des observations faites aux Bermudes, sur un Syllidien phosphorescent, *Odontosyllis enopia*, qui se reproduit trois fois par an : en juillet, quand la lune est dans son dernier quartier, puis vingt-six jours plus tard et encore vingt-six ou vingt-sept jours

Digitized by Google

après, en août, de moins en moins abondamment. On voit les vers apparaître à la surface, au crépuscule, généralement à cinq minutes près de huit heures et danser à huit heures et demie.

La femelle arrive la première, nage activement, puis brusquement s'illumine et trace dans l'eau quelques cercles de feu entourés d'un halo phosphorescent. Si le mâle n'accourt pas, la lumière s'éteint après dix ou vingt secondes, pour reparaître un peu plus tard et ceci, au besoin, quatre ou cinq fois. Généralement les mâles abondent; un d'eux s'allume comme une goutte de feu à quelque dix ou quinze pieds de la dame et accourt au centre du cercle ; alors les deux se mettent à tourner en rond, en une sorte de danse cérémonielle, au cours de laquelle ils répandent dans l'eau œufs et sperme.

En 1913, Potts a indiqué un autre *Odontosyllis* de la Colombie britannique qui monte du fond à la surface, pour pondre une fois l'an, au premier ou au troisième quartier de la lune d'août.

J'ai hâte d'arriver aux palolos de nos mers, mais il me faut bien dire auparavant quelques mots encore de deux Néréidiens de Woods Hole, sur la côte du Massachusetts : *Nereis limbata* (= *N. succinea*) et *Platynereis megalops*.

En 1913, Lillie et Just décrivirent les danses nuptiales de la première espèce. Les animaux sexuellement mûrs et transformés en épitoques se rencontrent, près de la surface, après le coucher du soleil, certains soirs seulement des mois de juin à septembre, où la lune ne brille pas ; on peut les attirer par la lumière d'une lanterne et les capturer au moyen d'un simple filet à main. Généralement, quelques mâles apparaissent les premiers, aisément reconnaissables à leurs segments antérieurs rouge brillant et à leurs segments sexuels blancs ; ils passent comme des flèches à travers le cercle de lumière projeté par la lanterne, puis les femelles, plus grosses, nageant laborieusement, arrivent en petit nombre. Pendant un quart d'heure, l'affluence augmente ; elle diminuera après quarante-cinq minutes et au bout d'une heure ou d'une heure et demie, tout aura disparu pour la nuit. La scène pourra se répéter le lendemain, mais avec de nouvelles femelles, tandis que les mâles semblent y prendre part plusieurs soirs de suite. Au moment de la plus grande activité, on peut compter autour de la lanterne plusieurs centaines de mâles et seulement dix ou douze femelles, rarement une cinquantaine. Dès qu'une femelle paraît, plusieurs mâles l'entourent et nagent rapidement en cercles autour d'elle ; bientôt on voit apparaître dans l'eau la tache laiteuse de leur sperme ; alors, la femelle se contracte, se déchire, lâche ses œufs, puis, ombre d'elle-même, elle s'enfonce lentement dans l'eau pour mourir. Les essaims commencent chaque mois vers la pleine lune, ils augmentent de nombre les nuits suivantes, puis se réduisent au moment du troisième quartier, pour croître de nouveau et atteindre leur maximum avant la nouvelle lune et cesser avec celle-ci.

Lillie et Just ont soigneusement examiné les diverses conditions de ces apparitions nocturnes. Tout d'abord, ils ont constaté que la femelle sécrète une substance, appelée par eux fertilisine, qui provoque l'excitation des mâles. Puis, ils ont noté que l'essaimage commence toujours au crépuscule pour finir une heure ou deux plus tard, que la pluie et le vent empêchent de le voir en surface ; que les vers disparaissent dès que la lune se lève ; qu'aucun individu ne se montre du premier quartier à la pleine lune, même quand l'astre est caché par d'épais nuages. La marée est très faible à Woods Hole et les variations de température n'ont pas d'action systématique. En l'absence d'autre explication, il faut donc supposer que, non seulement la ponte, mais encore la maturation sexuelle dépendent des phases de la lune et qu'on est en présence d'un phénomène très général dont le mécanisme n'a pas encore été trouvé.

En 1914, Just fit connaître les mœurs nuptiales, encore plus extraordinaires, d'un autre Néréidien, *Platynereis megalops*, observé par lui à Woods Hole pendant les étés de 1911 à 1913.

Les essaims, moins nombreux que ceux de *Nereis limbata*, obéissent à la même périodicité lunaire. En juin, juillet et août, par les soirs sans lune, les mâles, petits, rougeâtres, viennent décrire des cercles rapides autour de la lanterne ; puis, plus profondément, apparaissent, nageant lentement et laborieusement, des femelles, grandes, jaune pâle des œufs qui transparaissent à travers leur peau amincie, marquées d'une fine ligne verte dorsale, reste de leur intestin atrophié. Just a recueilli de ces vers et les a observés en aquarium : un mâle et une femelle mis ensemble, on voit celle-ci se déplacer en ligne droite ou, courbée à angle droit, décrire un cercle dont sa tête est le centre; le mâle, bien plus rapide, dessine des spirales tangentielles à la surface de l'eau ; quand il approche de la femelle, il l'enlace, la serre, s'enroule en hélice autour de son corps ; puis, doucement, il remonte de la queue vers la tête ce grand corps devenu immobile, pressant toujours et faisant remonter la masse d'œufs devant lui. Arrivé au bout, son extrémité postérieure, qui jusque-là battait l'eau, s'introduit sous l'enroulement de son propre corps, et atteint les joues de la femelle ; l'oviposition dure dix secondes ; puis le mâle se déroule, les œufs sortent et la femelle tombe au fond, inerte, déchirée, en lambeaux. Pour s'assurer que la lumière n'in

Digitized by Google

tervient pas dans ce cas-là, Just plaça des vers dans de l'eau noircie d'encre de Chine, ce qui n'empêcha pas la noce de se produire.

Arrivons aux palolos des mers européennes. Quelques essaims ont été observés çà et là, en plein jour, fortuitement, sans périodicité marquée : Gravier en a vu un à Saint-Vaast-la-Hougue, en 1902 ; Sorby, en 1906, a groupé les observations faites à l'embouchure de la Tamise pendant vingt ans, sans réussir à déceler aucun rythme lunaire ; récemment (1923), Herpin a décrit les mœurs nuptiales, en aquarium, de diverses espèces vivant à Cherbourg : *Perinereis cultrifera*, *P. Marionii*, *Nereis pelagica*, *N. irrorata* ; il a vu, un jour, en mer, un essaimage de *Pionosyllis lamelligera*. Mais ce sont là rencontres de hasard ; pour découvrir une périodicité, il faut des pêches fréquentes, et le plus souvent nocturnes, à la lumière.

En 1911, Hempelmann, le premier, publia les constatations qu'il avait faites à Naples, en 1908-1909, sur un des Néréidiens les plus communs des côtes européennes, *Platynereis Dumerilii*. Il décrivit ses différentes formes, leurs transformations au moment de la maturité ; et aussi, s'étant rendu sur mer, assez souvent, le matin, avant l'aurore, d'octobre à mai, il signala qu'on observe à la surface des essaims peu nombreux, ne dépassant jamais une trentaine d'individus, aux environs des premier et dernier quartiers de la lune, aucun ver n'étant visible par contre à la pleine et à la nouvelle lune.

De 1909 à 1914, Fage et Racovitza, pêchant à la lumière aux environs de Banyuls, rencontrèrent plusieurs fois des essaims très nombreux de *Nereis zonata* et *rava*, comptant plusieurs milliers de vers, mais ils ne publièrent rien des danses nuptiales auxquelles ils assistèrent, et d'ailleurs, leurs pêches nocturnes, trop peu nombreuses et trop espacées, ne leur avaient pas permis de reconnaître un rythme dans ces magnifiques spectacles.

Nous touchons ici à la principale difficulté de ces recherches, aux misères dont se plaignent le plus tous les scientifiques d'aujourd'hui : le manque de temps et d'argent.

Le temps ! Vous savez comme nous sommes peu nombreux en France. La guerre a tué trop de jeunes, interrompu les études de toute une génération ; elle a fait abandonner par beaucoup de ceux qui ont survécu — chez qui ne s'était pas encore allumé le feu sacré — les joies de la recherche désintéressée, jointes, il est vrai aux promesses d'une carrière médiocre et même insuffisante à nourrir son homme, pour choisir une vie matérielle plus facile. De ce fait, nos rangs sont réduits ; ceux qui persistent doivent suffire à tout : à l'étude patiente, si lente, au laboratoire et sur le terrain ; à l'enseignement ; à la formation des jeunes, sans compter les multiples besognes sociales, les innombrables conseils techniques qu'incessamment le gouvernement, la société, aux prises avec les difficultés actuelles que vous savez, demandent à leur savoir. Comment satisfaire à tout ?

L'argent ! C'est le nerf de la science comme de la guerre. Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on pêche au feu ; en beaucoup de mers, des pêcheurs le font depuis toujours ; chaque nuit, bien des côtes de la Méditerranée s'illuminent des torches et des lampes de nombreuses barques. Mais les naturalistes qui ont pu pratiquer cette pêche se comptent. Dès 1888, le Prince de Monaco embarquait à bord de l' « Hirondelle » une nasse lumineuse imaginée par le Dr Regnard ; puis, à partir de 1892, il fit, notamment aux Açores, des pêches au haveneau, la nuit, sous l'éclairage d'un projecteur du bord, qui attira plusieurs fois des Néréidiens, mais ces pêches ne furent pas répétées régulièrement. Aux États-Unis, l'*Albatros*, navire du Bureau des Pêcheries, fut muni d'une lampe à arc, puis d'une lanterne électrique pour les pêches de nuit.

Sur nos côtes, en 1891-1892, Fabre-Domergue et Biétrix exécutèrent à Concarneau quelques pêches de surface, au moyen d'une lampe à acétylène, dans le but de recueillir des larves et des alevins de poissons. En 1906, pendant la crise sardinière bretonne, Fabre-Domergue me fit collaborer à quelques essais avec une lampe électrique, afin de nous rendre compte si l'on pourrait pêcher la nuit les sardines absentes le jour. De 1906 à 1914, dans la région de Banyuls, Racovitza et Fage pratiquèrent un certain nombre de pêches avec une lampe électrique immergée. Aucune de ces tentatives ne donna lieu à une publication.

J'ai gardé longtemps le souvenir des quelques pêches auxquelles j'avais assisté, de ce grouillement d'êtres de toutes sortes et de toutes tailles traversant, souvent comme des flèches, le champ éclairé par la lampe.

Pourquoi donc ces essais multiples n'avaient-ils pas été continués ? Parce qu'il sont une charge trop lourde pour le budget d'un laboratoire maritime. Dès que l'on veut disposer d'une source lumineuse intense et expérimenter à quelque distance au large, il faut un bateau d'un tonnage suffisant, possédant un moteur, une dynamo, des accumulateurs ; ce bateau nécessite un équipage assez nombreux qu'il faut payer pour lui faire passer des nuits en mer. On ne peut songer, dans ces conditions, à expérimenter tous les soirs, ni même toutes les semaines ; le charbon ou l'essence, les salaires ont vite fait de mettre à sec les crédits dont on dispose.

Lorsque nous avons décidé, Fage et moi, de

Digitized by Google

reprendre ces recherches, notre principal souci a été de les faire assez économiquement pour que les sorties puissent être fréquentes et continuées une année entière. Nous avons pris un tout petit bateau, le *Coste*, du laboratoire de Concarneau, qu'on peut manœuvrer avec un seul homme d'équipage, nous avons renoncé à l'électricité pour nous rabattre sur une lanterne à acétylène, supprimant ainsi moteur et génératrice, nous n'avons opéré que tout près de la côte, à quelques centaines de mètres du laboratoire ; enfin, nous avons eu la chance de pouvoir compter sur le dévouement et l'habileté de notre marin, Sine, qui a consenti à sortir chaque fois qu'il le fallait, par tous les temps, même par la pluie ou la neige, à rentrer à n'importe quelle heure de la nuit, à opérer seul, avec un de ses camarades aussi consciencieux que lui, Coatmeur, quand nos autres occupations ne nous permettaient pas d'être là.

De cette façon, nous avons pu, en 1922, malgré le mauvais temps, mettre au point notre appareil d'éclairage, explorer divers endroits de la baie, renoncer au port, à son chenal, choisir une zone d'eau pure. En 1923, la chance nous a servis, les périodes de calme nombreuses permirent un grand nombre de pêches, systématiquement pratiquées aux moments des quartiers de la lune. Malheureusement, cette année-ci, sur laquelle nous comptions pour compléter nos observations, a été, vous le savez, déplorable, et il nous faudra encore de nouvelles sorties pour élucider les mœurs des innombrables animaux que nous avons rencontrés.

Nous avons été largement récompensés de notre persévérance ; mais comment ferons-nous pour aller plus au large, comme nous en avons grande envie, avec les faibles moyens dont nous disposons ?

Quoi qu'il en soit, laissez-moi vous prier d'assister, à l'une de nos pêches, quand il fait beau temps.

Je ne sais si vous connaissez Concarneau ; c'est bien le port le plus pittoresque de toute la Cornouaille. Le soir, le soleil couchant colore la féerie qu'une armée de peintres, installés sur le quai, partout, assis sur toutes les bornes, s'essaient à reproduire en grande hâte : au fond, la vieille île fortifiée, aux granits patinés de lichens, jaune d'or, puis verte à mesure que le soleil descend ; devant, la multitude des thonniers et des sardiniers, les uns peints des plus vives couleurs : blancs à listons bleus, bleus à listons jaunes, oranges, verts, roses, leurs voiles à demi descendues, riches comme des velours anciens ou des soieries changeantes, les autres, noirs, sombres, égayés seulement du bleu des filets qui sèchent aux mâts, du reflet d'une voile brune ; sur les bateaux et sur le quai, un grouillement de marins en vareuses bleues ou rouges patinées par l'eau de mer ; le long des maisons une agitation de coiffes et de collerettes blanches tranchant sur le noir des velours et des draps. C'est le soir ; la mer, calme, est un miroir sur lequel se reflètent en ondulant toutes ces notes de couleurs vives ; le ciel est bleu, sans un nuage ; la fumée des cotriades monte de l'arrière des sardiniers.

Ayant hâtivement dîné, couverts de tricots de laine, car il fera frais et humide tout à l'heure, nous embarquons sur notre petit bateau qu'encombrent la lanterne, les bocaux et les cristallisoirs ; à la godille le plus souvent, faute de vent, nous pénétrons dans la féerie, brisant de notre sillage le miroir de l'eau. La jetée passée, voici la rade, peuplée d'autres sardiniers cabanés pour la nuit ; l'eau y est d'or, les vaguelettes bleu turquoise. Nous nous dirigeons vers le soleil, quittons la cohue des bateaux, longeons la plage, approchons d'une petite baie limitée en mer par le rocher d'Ar Gazek et sur terre par les deux pointes du Minez, où nous mouillerons. C'est une navigation de rêve : devant nous, le soleil se couche dans une apothéose jaune et orange ; derrière, l'eau est déjà devenue froide comme l'acier.

Pendant que le crépuscule descend, nous choisissons notre place, sur un fond de sable et de zostères, parsemé de blocs couverts de laminaires,

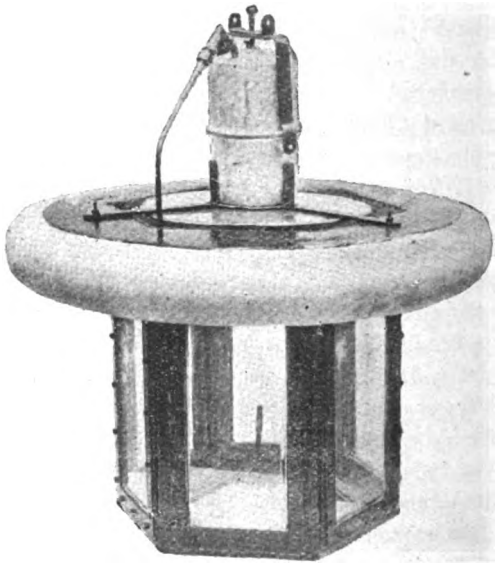


Fig. 144. — Lanterne flottante de MM. Fage et Legendre.

nous jetons l'ancre, nous amarrons solidement, préparons la lanterne. La nuit vient, les phares des îles s'allument, une étoile paraît, le ciel bleuit ; si c'est au début de la lune, son croissant se lève sur la côte à l'Est ; il est temps de travailler. La lanterne est passée par-dessus bord, mise à l'eau avec précaution ; les cristallisoirs sont prêts ; nos haveneaux à la main, nous attendons (fig. 144)

Digitized by Google

La lanterne en place, flottant sur la mer, projette autour et au-dessous d'elle une nappe de lumière puissante. Le fond est visible par trois mètres et plus; latéralement, six faisceaux, séparés par les bandes d'ombre des montants, dessinent une étoile qui s'efface au loin. A peine a-t-on éclairé l'eau qu'on y aperçoit une vie intense; d'innombrables animaux des groupes les plus divers : Copédodes, Cumacés, Schizopodes, Amphipodes, Isopodes, s'élancent vers la source de lumière, jouent dans ses rayons, se collent aux parois des vitres, et tandis qu'un peu plus loin de jeunes poissons, de petites seiches, se tiennent à une distance prudente de la lampe, on voit apparaître de superbes annélides blancs et roses, qui, les uns — ce sont des Spionidiens— nagent en se tortillant en vrille de la façon la plus singulière, d'autres des *Polyophthalmus*, ondulent comme de jeunes anguilles, d'autres encore, munis de palettes natatoires puissantes, passent comme des flèches autour de l'embarcation — ce sont des Néréidiens. Toute cette faune grouillante attire de nombreux poissons adultes qui traversent rapidement le champ éclairé et dont on entend les ébats lorsqu'ils sautent hors de l'eau ou nagent en frisant sa surface.

Depuis une heure et demie ou deux, nous sommes là, silencieux, à l'affût, penchés sur le bord, les yeux fixés sur l'eau laiteuse où tant de points blancs viennent danser, oubliant le temps dans ce calme, à peine troublé par le clapotis d'une vague sur la côte voisine, les bonds des poissons sur l'eau, le grincement des rames ou des cordages sur une barque de pêche lointaine. L'heure tinte au beffroi de la ville, elle nous éveille de notre rêve et nous rappelle qu'il est temps de rentrer. On remonte la lanterne à bord, on relève l'ancre et l'on revient vers les masses de bateaux endormis devant le port, non sans avoir préalablement traîné quelques instants un filet à la surface, sans lumière, pour comparer les captures. L'eau est phosphorescente sous les rames, tout est silence, la ville dort; on débarque bientôt sur la cale à peine visible et l'on emporte au laboratoire les trésors qu'on vient de récolter. Il n'y a plus qu'à les fixer pour les conserver avant qu'ils ne s'entre-dévorent, à regarder une dernière fois la danse de ce ver qui nous a tant intéressé ce soir, puis à aller nous coucher.

Bien entendu, il y a aussi des soirs de froid, de pluie, de houle, des moments où l'on hésite à partir, des nuits où l'on doit revenir sans avoir pu mettre la lanterne à l'eau, mais je ne vous invite pas à ces moments-là.

Nos pêches répétées, systématiques, nous ont révélé qu'un certain nombre d'animaux apparaissent ou ne se montrent pas, selon les saisons, et aussi selon les phases de la lune. Je ne vous parlerai pas des Cumacés dont plusieurs espèces semblent suivre un rythme lunaire, parce que de nouvelles expériences sont nécessaires pour l'affirmer, mais je puis bien vous raconter ce que font quatre espèces de Néréidiens que nous avons pu observer et recueillir en abondance.

La première apparue, *Perinereis cultrifera*, n'est autre que la « gravette » des pêcheurs (fig. 145); elle se

Fig. 145. Perinereis cultrifera.

montra par milliers le 1er mai 1923, lendemain de la pleine lune, et le jour suivant; depuis, nous ne l'avons plus revue. Les mauvais temps de cette année, en empêchant une partie de nos pêches, en sont peut-être la cause. Le soir du 1er mai, nous avions allumé notre lanterne vers 9 heures; peu après, le premier ver sortit de l'ombre, traversa la zone éclairée en ligne droite, puis disparut; un autre suivit, puis dix, cent, et bientôt on ne put plus compter tous ceux qui passaient comme des flèches blanc rosé en décrivant des courbes plus ou moins capricieuses. Leurs orbes se raccourcissent tandis que d'autres s'approchent; toute l'eau visible est bientôt sillonnée de flèches traçant des cercles, des ellipses, des boucles; la mer paraît s'en emplir. Les plus proches de la lanterne s'arrêtent un instant contre ses vitres. Tous sont des mâles. Les femelles arrivent ensuite, qu'on reconnaît à leur nage moins rapide. L'agitation augmente; des groupes s'isolent, formés chacun d'une femelle nageant en ronds de plus en plus serrés et de plusieurs mâles tournant autour d'elle de plus en plus vite, en cercles et en huit, la frôlant au passage. Quand la femelle est arrivée à tourner sur elle-même comme un anneau, la tête et la queue presque en contact, soudain

Digitized by Google

apparaît dans l'eau une masse vert émeraude d'œufs qui s'échappent en partie par des déchirures du corps. A ce moment, l'excitation est à son comble. Les mâles traversent la masse d'œufs à toute vitesse et lancent leur semence en jets pressés ; des traînées blanches tachent l'eau verte, qui s'effacent en se diluant. Puis, la femelle tombe lentement au fond, inerte, épuisée ; les mâles s'éloignent, tandis que d'autres groupes continuent leur danse. La scène dure une heure et plus.

Une autre danse, par couples isolés cette fois, nous a été montrée par une autre espèce, *Nereis irrorata*, le 26 septembre 1923, lendemain de la pleine lune ; nous l'avons revue quelques fois cet automne.

Dans toutes nos pêches faites aux derniers quartiers de mai, juin et surtout juillet, nous avons recueilli une troisième espèce beaucoup plus petite, *Leptonereis glauca* (fig, 146), dont les essaims, toujours

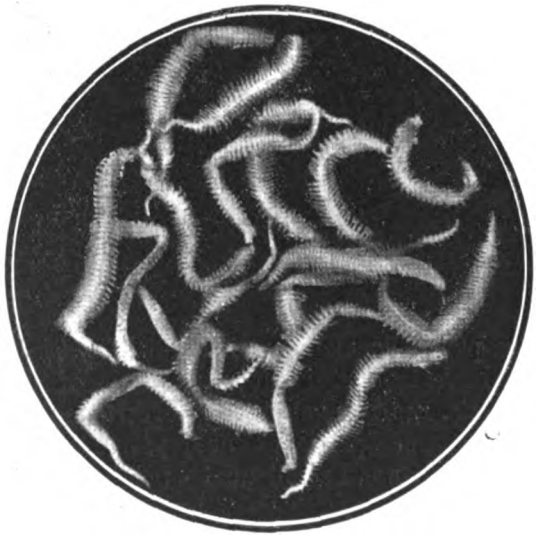


Fig. 146. — Leptonereis glauca.

peu nombreux, se rassemblant aux mêmes moments que ceux innombrables de *Platynereis Dumerilii*, n'ont pu être suivis attentivement (fig. 147).

Le rythme le plus remarquable est celui de cette dernière espèce. Du mois de mai à celui d'octobre, ses essaims se succèdent avec régularité : à la pleine lune, aucun individu visible, à la nouvelle lune quelques-uns seulement ; au premier et au dernier quartier, des masses atteignant peut-être en août un million ou plus, comparables à celles des palolos des mers lointaines.

Laissez-moi vous lire la description que nous fîmes l'an dernier, Fage et moi, de celui du 4 août au soir, le plus abondant de toute la saison : « Au bout d'un quart d'heure, les premières *Heteronereis* paraissent, traversant le champ éclairé comme des flèches plus petites que *P. cultrifera*. Leur nombre augmente rapidement, donnant l'impression d'une véritable avalanche. Des groupes de danseurs se forment de

Fig. 147. — Platynereis Dumerilii.

tous côtés, composés d'une femelle et de plusieurs mâles. La femelle tourne en rond, les mâles décrivent autour d'elle des cercles et des boucles. L'agitation croît à mesure que d'autres arrivent. Une ponte

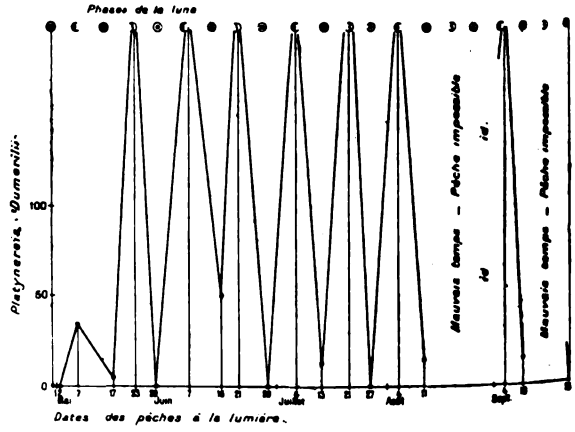


Fig. 148. — Rythme lunaire de Platynereis Dumerilii.

se produit : la femelle lâche ses œufs par l'anus et par les déchirures de ses anneaux ; les mâles éjaculent dans la masse. D'autres suivent aussitôt. A peine un groupe a-t-il fini que d'autres le remplacent au même point. Les danses se multiplient, s'activent, comme si les produits sexuels flottants attiraient et excitaient des nombres toujours croissants d'individus. L'eau devient laiteuse, puis trouble de sperme et d'œufs. Des femelles isolées dansent et pondent dans ce lait, bien qu'aucun mâle ne les approche. C'est un rut général tel qu'à 23 heures, quand on

Digitized by Google

rentre la lanterne à bord, la mer semble bouillonner à perte de vue d'*Heteronereis* tourbillonnants. Tout ce qu'on sort de l'eau : lanterne, cordages, ancre, est enduit de vers ramassés au passage. Ceux qu'on a recueillis dans un cristallisoir y dansent jusqu'à épuisement et meurent agglutinés par les pontes. »

Nous avons revu cette année ces spectacles extraordinaires. Quels champs d'expériences ils nous ouvrent ! Comment, par exemple, tous ces animaux font-ils pour être prêts le même soir ? Comment leur propre rythme est-il lié à la révolution de la lune dans le ciel ; sont-ils sensibles aux marées qu'elle commande, à sa lumière, aux variations électriques qu'elle provoque ? Et puis, quel matériel abondant à la disposition de tous les biologistes pour étudier la fécondation normale ou entre espèces différentes, le développement et les modifications physico-chimiques de l'œuf, au cours de sa transformation en larve puis en ver !

Les vers ne sont pas seuls à présenter de tels rythmes. On en a signalé souvent, on en a observé parfois chez des animaux marins appartenant aux groupes les plus divers.

Aristote avait déjà dit que les oursins ont des ovaires plus gros au temps de la pleine lune. Cicéron avait noté que les huîtres et les mollusques croissent et décroissent avec la lune. Pline signale que c'est là l'opinion d'observateurs attentifs, *exquisivere diligentiores*. Toute l'antiquité le croyait. Au v^e^ siècle, saint Augustin le répète et Bacon, en 1627, dit encore que l'opinion est reçue que les cervelles des lapins, des bécasses, des veaux, sont plus pleines à la pleine lune, ainsi que les huîtres et les coquillages qui, plus que le reste, sont aisés à étudier quand on en a en bassins. En 1667, la Royal Society demandait aux voyageurs des Indes Orientales d'observer si ce rythme n'y est pas inversé, et Sprat répondit : « Par expérience, il en est ainsi à Batavia des huîtres et des crabes. » Cette croyance est encore populaire aujourd'hui tout autour de la Méditerranée. Pour la contrôler, Munro Fox a fait une enquête à Suez, Alexandrie et Roscoff dont il a publié les résultats l'année dernière. La supposition n'a pu être vérifiée pour les moules de la Méditerranée, de la Mer Rouge et de Southampton (Miss Viola Eustice) et pour les crabes (*Neptunus pelagicus*) de Suez, pour les oursins (*Strongylocentrotus lividus*) d'Alexandrie, Naples, Marseille et Roscoff. Par contre, un autre oursin de Suez, *Centrechinus setosus* pond, et se vide par conséquent, à chaque pleine lune. Est-ce lui qui a donné lieu à la croyance ancienne généralisée ?

A Woods Hole, un Chiton, *Chaetopleura*, pond aussi à la pleine lune, d'après Grave (1922).

Gravier a rappelé qu'un voyageur français, Leguat, avait publié en 1708, dans le récit d'un voyage en deux îles désertes des Indes Orientales, l'observation d'un crabe terrestre, *Cardisoma carnifex*, dont il avait vu des milliers descendre à la mer pour y porter leurs œufs, un peu avant et après les pleines lunes de juillet et d'août. « Nous en avons, dit-il, quelquefois tué à coups de bâton, plus de 3.000 en un soir, sans nous apercevoir, le lendemain, que le nombre en fût diminué. »

Parmi les poissons, plusieurs présentent une périodicité lunaire des plus nettes.

Pettersson, en 1912, étudiant les variations de la pêche du hareng dans le Kattegat depuis cent cinquante ans, a remarqué une périodicité de 13,5 jours des pêches les plus abondantes, et une autre, plus curieuse de 18,6 ans qui coïncide avec le déplacement de l'orbite lunaire. Le tout peut s'expliquer d'ailleurs par les variations des courants de marée à l'entrée de la Baltique.

Depuis longtemps, on sait que les anguilles ne partent à la mer que par les nuits sans lune ; les pêcheurs les arrêtent dans ce voyage, tant au Danemark qu'en Italie, en allumant des feux sur l'eau. Ce serait donc ici une question de lumière, mais Munro Fox qui a enquêté à ce sujet n'est pas aussi affirmatif.

Il est aussi un poisson qui pond à la lune, le grunion, *Leuresthes tenuis*, des côtes de Californie, bien observé par Will F. et Julia Bell Thompson en 1919, et bien connu aussi des habitants qui viennent le prendre aux bons moments. C'est un petit poisson de quinze centimètres de long, qui arrive en nombre sur les bancs de sable, les deuxième, troisième et quatrième nuits après la pleine lune, de mars à juin, au moment des plus hautes marées. Il se laisse porter par une vague, échoue un court instant, puis repart sur la crête d'une autre vague, après avoir accompli sa ponte au niveau de la plus haute mer. Mâle et femelle arrivent ensemble ; la femelle, aussitôt, creuse un trou de ses nageoires et de sa queue, elle s'y enfonce verticalement tandis que le mâle l'enlace ; vingt ou trente secondes plus tard, la femelle se dégage, tous deux repartent sur une vague. Au fond du trou, de neuf centimètres de profondeur, gisent mille ou deux mille œufs ; ils se développeront dans le sable, sans contact avec l'eau et la veille de la grande marée suivante, quand la mer les atteindra de nouveau, il en sortira de jeunes larves qui retourneront à leur milieu normal. W. et J.-B. Thompson n'expliquent pas ce rythme et notent seulement que la lumière de la lune n'intervient pas, puisque la migration vers la terre se produit aussi bien quand l'astre est caché par d'épais nuages.

A tous ces exemples, on pourrait encore ajouter les suivants : les *Convoluta*, ces petits vers verts qui abondent sur certaines plages au point de faire de grandes taches sur le sable, présentent un rythme de marée bien connu ; mais, en outre, ils

Digitized by Google

montent à la surface la nuit, seulement pendant les périodes de pleine lune, d'après les observations de Martin et de Piéron, et de plus, ils pondent, au printemps, seulement aux marées de pleine et de nouvelle lune. Quelques algues marines émettent leurs spores à un moment donné de la lune : *Dictyota dichotoma* fait ainsi une fois par mois dans la Caroline du Nord et deux fois à Plymouth et à Naples ; *Sargassum* et *Nemoderma* ont deux périodes de reproduction par mois. Kofoid, dans la rivière Illinois, W. E. Allen, dans la rivière San Joaquin, en Californie, ont observé un maximum d'abondance du plancton d'eau douce pour les algues à la pleine lune et pour les crustacés un peu plus tard. Dans l'eau douce aussi, Knaute expérimentant sur *Euglena*, Munro Fox, sur *Elodea*, ont constaté une augmentation de l'oxygène et une diminution de l'acide carbonique dissous quand ces plantes sont exposées à la lumière de la pleine lune. Sur terre, il y a longtemps (1883 et 1890), Musset a signalé que certaines fleurs se tournent vers la lune comme elles le font vers le soleil ; enfin récemment, dans les mêmes conditions, Lotfield (1921) a vu des stomates s'ouvrir et Miss Semmens (1923) des graines germer.

***

L'existence de rythmes lunaires n'est donc plus douteuse, bien qu'il soit impossible encore d'en donner l'explication.

Si les diverses observations que je viens de rapporter ne sont pas toutes d'égale valeur, il en est tout au moins suffisamment de sûres pour entraîner la conviction que certains êtres vivants présentent, notamment dans leurs fonctions de reproduction, une périodicité synchrone des mouvements de la lune dans le ciel.

Il n'est pas nécessaire, après cela, de supposer que la lune agit personnellement, ni même directement par sa présence, ou de chercher une cause unique à des phénomènes si variés.

La lune peut agir par les marées qu'elle cause, les mortes eaux correspondant aux premier et dernier quartiers, les grandes marées à la pleine et à la nouvelle lune ; certains animaux littoraux peuvent ainsi se trouver alternativement recouverts d'eau ou bien à sec, ou soumis à des pressions différentes.

La lune peut agir par sa lumière, et si celle-ci est suffisante pour provoquer la photosynthèse, la composition de l'eau s'en trouve modifiée, vers une augmentation d'oxygène et d'alcalinité, une diminution d'acide carbonique.

La lune peut agir par les variations électriques et magnétiques qu'elle provoque ; nous ne savons encore rien de ces actions.

Certains rythmes peuvent ainsi avoir des causes mécaniques, lumineuses, électriques ou magnétiques, mais bien des observations et des expériences seront encore nécessaires pour éclaircir ces questions.

Il se peut aussi que les rythmes sexuels, selon lesquels se fait la maturation, puis la ponte, soient purement d'origine organique et que leur concordance avec les phases de la lune soit simplement fortuite, bien qu'un tel hasard nous paraisse surprenant.

Admettons donc les faits, attendons les explications, c'est la seule attitude possible en ce moment, et probablement pour longtemps encore !

Si vous voulez bien accepter cette position, la seule raisonnable, je puis m'arrêter ici.

Mais si j'ai fait œuvre mauvaise en vous contant toutes ces histoires, alors... alors je vous dirai, imitant le lutin Puck quand il clôt le *Songe d'une nuit d'été* : Si nous avons déplu, figurez-vous et tout sera réparé, que vous avez fait un court sommeil, tandis que ces visions erraient autour de vous. Indulgents spectateurs, ne blâmez point ce faible et vain sujet et ne le prenez que pour un songe. Si vous faites grâce, nous nous corrigerons. Et si nous avons le bonheur immérité de vous plaire, nous ferons mieux une autre fois. Adieu, bonne nuit à tous. Applaudissez si nous sommes amis (1).

R. LEGENDRE,
Directeur du Laboratoire de Physiologie comparée à l'Ecole des Hautes Etudes.

LA MÉCANIQUE CÉLESTE ET LA GÉOLOGIE

La forme de la lune et les 300 millions d'années

Lorsqu'on compare l'œuvre scientifique des savants des siècles passés à la production scientifique des savants contemporains, on reste frappé du contraste entre l'ampleur de la première et la profondeur de la seconde ; car, si au XVI^e^ siècle on pouvait cultiver à la fois les mathématiques, la physique, l'astronomie et toutes les sciences cosmiques, et en même temps être architecte, ingénieur, peintre, sculpteur et poète, on était alors bien loin de l'analyse profonde avec laquelle les savants de nos jours creusent chaque question dans les recherches très

(1) Conférence faite le 22 novembre 1924 à l'Institut Océanographique.

Digitized by Google

spéciales dont ils s'occupent. La spécialisation s'impose absolument de nos jours, si l'on veut accomplir une œuvre personnelle et apporter sa modeste pierre à l'édifice de la science ; mais il est de toute nécessité, surtout lorsqu'on traite un sujet touchant à plusieurs branches du savoir humain, de consulter les spécialistes de chaque matière, d'avoir de fréquents échanges d'idées avec eux, pour éviter des erreurs parfois très graves.

L'avantage dont jouissent les professeurs de Faculté est précisément d'avoir de fréquents contacts avec des collègues, de pouvoir à chaque instant leur demander des explications et de se tenir au courant des progrès qui s'accomplissent dans toutes les directions. Un travailleur isolé, surtout s'il n'est pas un savant de profession, avant de publier quoi que ce soit (surtout dans les revues très lues), devrait avoir la modestie de faire lire son manuscrit par des savants de profession.

Toutes ces réflexions m'ont été inspirées par la lecture d'un long article de M. Brousseau paru dans la *Revue Scientifique*. Le titre *La Terre en pleine floraison et la Lune morte* en est sans doute captivant ; mais en le lisant on constate à chaque instant que l'auteur n'a pas consulté des spécialistes et qu'il a laissé dans son article une foule d'erreurs de géométrie, de mécanique rationnelle, de géodésie, d'astronomie et de mécanique céleste, et probablement aussi de physique et de chimie. Dans l'intérêt du public qui a le droit de réclamer qu'on lui donne des renseignements exacts et qu'on ne lui expose pas des hypothèses contrastant avec les principes bien établis des sciences susdites, je crois bon d'examiner cet article en détail.

L'article en question ne contient que des affirmations sans démonstrations. L'essentiel pour l'auteur était l'annonce aux lecteurs de la bonne nouvelle que notre planète est dans le plein épanouissement de sa jeunesse et qu'elle a devant soi encore 300 millions d'années d'existence ; pas un million de plus, pas un million de moins.

L'essentiel était aussi d'établir un contraste entre la Terre vivante et aplatie et la Lune *morte, parfaitement ronde et non déformée*. Or, que la Lune soit un astre mort, personne ne le nie, mais qu'elle soit parfaitement ronde et non déformée est tout à fait en opposition avec ce que nous disent l'astronomie et la mécanique céleste, qui nous apprennent que la véritable forme de la Lune est celle d'un ellipsoïde à trois axes, quoique les différences entre ces derniers soient plus petites que celle qui nous est donnée pour la Terre par son aplatissement égal à 1/297 (fig. 149).

En outre la mécanique céleste, d'après les données de l'observation relative à la libration physique de la Lune, nous apprend que notre satellite, en se solidifiant, s'est déformé et que la hauteur des montagnes de la Lune, laquelle est *relativement à ce globe* presque quatre fois plus grande que celle des montagnes terrestres, a contribué à faire varier les valeurs numériques des trois moments principaux d'inertie de la Lune lorsqu'elle est passée de l'état de fusion à l'état solide. Comment peut-on appeler la Lune un cadavre *parfaitement rond et non déformé?*

Pour expliquer que la Lune se soit refroidie avant la Terre, l'auteur se trompe en se reportant au *volume* de notre satellite qui est environ le cinquantième de celui de notre globe. Il aurait dû parler de la *masse* de la Lune, qui est ici en question et qui est égale à 1/81 de la masse terrestre.

De même nous laissons à l'auteur la responsabilité de cette affirmation audacieuse : « ce satellite a eu *certainement* son atmosphère, ses océans et ses habitants » (!).

Passons maintenant aux 300 millions d'années. On sait que, tandis que l'astronomie ne donne que 20 ou tout au plus 60 millions d'années d'ancienneté à notre Soleil, depuis qu'il est dans l'état actuel, les géologues lui donnent de 100 à 1.000 millions. Nous ne voulons pas discuter la valeur des preuves que les géologues apportent pour justifier des chiffres d'ailleurs si discordants ; nous ferons remarquer qu'étant donné le refroidissement actuel presque complet de notre globe et le manque de données sûres relativement à l'absorption de notre atmosphère et des eaux terrestres, les géologues n'ont pas d'arguments sérieux appuyant leurs dires, et qu'ils ne peuvent indiquer avec certitude le laps de temps après lequel la vie deviendra impossible sur notre planète. La Terre reçoit aujourd'hui sa chaleur du Soleil ; c'est donc plutôt aux astronomes à assigner une période après laquelle la quantité de chaleur reçue par la Terre, du Soleil refroidi, ne suffira plus pour y entretenir la vie.

En effet, les astronomes ne peuvent accorder que 40 ou 50 millions d'années au Soleil, en tant que corps incandescent. D'après ces données, on peut affirmer que, au lieu de 300 millions d'années que l'auteur de l'article promet à la vie terrestre, il lui en reste tout au plus une vingtaine.

La forme de la Terre et sa constitution intérieure

L'auteur entre dans des questions de géodésie bien que, de toute évidence, il n'ait pas la préparation nécessaire lui permettant de les aborder ; car, au fond, il ne suffit pas pour cela de lire la géographie de M. Reclus et quelques traités de géologie et d'avoir, par ouïe dire, des idées vagues des traités de Clairaut et de Laplace en géodésie — travaux qui sont d'ailleurs bien loin d'être le dernier mot de la science. Sans cette préparation on est exposé à écrire des choses comme celle-ci :

Digitized by Google

« Les variations locales de la pesanteur, qui ont obligé Helmert à reconnaître que le globe étant un ellipsoïde de révolution à trois axes, il ne peut avoir une constitution totalement hydrostatique. L'accord existe également avec la théorie de Laplace et de Clairaut qui fait encore loi en géodésie, et qui affirme que la Terre doit être envisagée comme ayant la constitution d'un corps fluide. »

Comprenne qui peut! Ceux qui connaissent les éléments de la géométrie savent bien qu'un ellipsoïde à trois axes (ellipsoïde de Jacobi) n'admet aucune section circulaire et encore moins une infinité de sections circulaires faites par des plans parallèles entre eux, ce qui serait nécessaire pour parler d'un ellipsoïde de révolution. Et encore, il ne suffit pas de parler d'ellipsoïde de révolution pour pouvoir remonter à un état fluide primitif; pour cela il faudrait qu'il s'agisse d'un ellipsoïde de révolution aplati.

Ce n'est pas assez, il faut distinguer le cas d'une masse fluide homogène de celui d'une masse non homogène, et voir les différentes figures d'équilibre qui sont possibles. En outre, il ne suffit pas d'affirmer d'une manière vague que la *théorie de* Laplace et de Clairaut fait encore loi. De quelle théorie s'agit-il? On aurait dû remonter à Newton qui le premier a reconnu que la Terre a dû être autrefois à l'état fluide, pour avoir pu prendre la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati.

Quant à Clairaut, il a démontré que g_1 étant l'intensité de la pesanteur au pôle, g_2 étant l'intensité de la pesanteur à l'équateur, si l'on suppose que la surface extérieure du globe est celle d'un ellipsoïde de révolution aplati, dont les demi-axes seraient a et b, ε étant donné par

$$b = a(1 + \varepsilon)$$

et μ représentant le rapport de la force centrifuge à l'équateur à la pesanteur, l'on a

$$\frac{g_1 - g_2}{g_1} = \frac{5}{2}\mu - \varepsilon$$

Clairaut a aussi démontré que l'aplatissement d'un ellipsoïde de révolution est compris entre $\frac{5}{4}\mu$ et $\frac{1}{2}\mu$, la première valeur correspondant au cas où la densité croit indéfiniment avec la profondeur, la deuxième au cas de l'homogénéité.

Quant à Laplace, il a étudié la figure de la Terre lorsqu'on admet une certaine loi de la variation de la densité dans son intérieur. MM. Roche, Lipschitz et d'autres savants ont étudié les cas d'autres lois de variations de la densité. Ces indications, quoique sommaires, en disent beaucoup plus que les affirmations si vagues de l'auteur.

On ne sait pas à quelle théorie l'auteur fait allusion. S'il s'agissait d'admettre pour la Terre un état fluide à une époque très reculée, il faudrait nommer tout simplement Newton. Mais on en vient jusqu'à Helmert, mort il y a à peine quelques années; on parle d'un ellipsoïde à trois axes, mais alors il faudrait se reporter aux travaux de Thomson, Darwin, Poincaré et laisser de côté Helmert.

Quant à affirmer que ce sont les anomalies de la pesanteur qui ont obligé Helmert à reconnaître dans la Terre la figure d'un ellipsoïde à trois

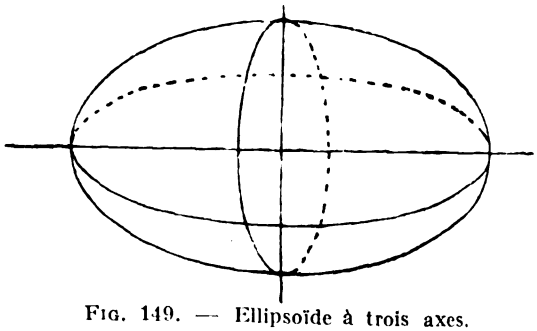


Fig. 149. — Ellipsoïde à trois axes.

axes, (fig. 149) c'est tout simplement une grosse erreur. Helmert a donné l'ellipsoïde de révolution aplati comme la figure géométrique se rapprochant le plus de la figure effective du géoïde, et il a donné succesivement des valeurs de l'aplatissement se rapprochant davantage de la vérité, en déduisant cet aplatissement soit des mesures d'arcs terrestres, soit des mesures du pendule. Mais dans tout cela les anomalies de la pesanteur qui dépendent des conditions locales, de la distribution des masses terrestres, n'entrent pour rien.

On ne comprend pas le sens de cette phrase : « La théorie de Clairaut et de Laplace affirme que la Terre doit être envisagée comme ayant la constitution d'un corps fluide ». S'agit-il de l'état antérieur de notre planète ou de l'état actuel? La Terre serait donc encore à l'état fluide dans son intérieur? Mais l'auteur lui-même donne la section de la Terre et se range à l'opinion de ceux qui y admettent un noyau solide dans la partie centrale, ensuite une couche de matière à l'état de fusion et enfin une couche plus épaisse de matériaux solidifiés. A la vérité on n'aurait pas dû se borner à l'exposition de cette opinion sans ajouter les objections qu'on y a faites.

L'immutabilité des pôles et la précession

En parcourant l'article on s'aperçoit que l'auteur a deux idées prépondérantes dans son esprit, la première étant celle du printemps de la Terre, la seconde l'invariabilité de l'axe de rotation de la Terre. Nous avons montré le mal fondé de la première; quant à la seconde nous allons voir combien

Digitized by Google

d'idées fausses sont exprimées dans l'article que nous examinons.

Commençons par cette affirmation :

« La théorie de la précession de l'axe de la Terre sous l'influence luni-solaire repose sur l'instabilité des parties dont elle se compose. Or aucune variation dans cette loi n'admet la dérive » (des continents d'après les idées de M. Wegener).

Tous ceux qui ont étudié la cosmographie savent bien que les phénomènes de la précession *des équinoxes* — non pas de l'*axe* de la Terre — et de la nutation dépendent de l'attraction différentielle du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial de notre globe *supposé absolument rigide*. Comment peut-on faire une affirmation aussi fausse que celle qui voudrait que ces phénomènes soient dus à l'*instabilité des parties?*

La théorie de la précession et celle de la nutation, avec tous leurs termes, sont basées sur l'hypothèse d'une Terre absolument rigide, autrement on n'aurait pas pu appliquer les formules ordinaires de la mécanique rationnelle. Ces théories envisagent les déplacements *dans l'espace*, grands ou petits, séculaires ou à courte période, de l'axe de rotation de la Terre qu'on suppose confondu avec l'axe du *couple résultant* de la rotation et l'axe polaire *d'inertie*. Mais puisque la Terre tourne effectivement autour de son centre de gravité

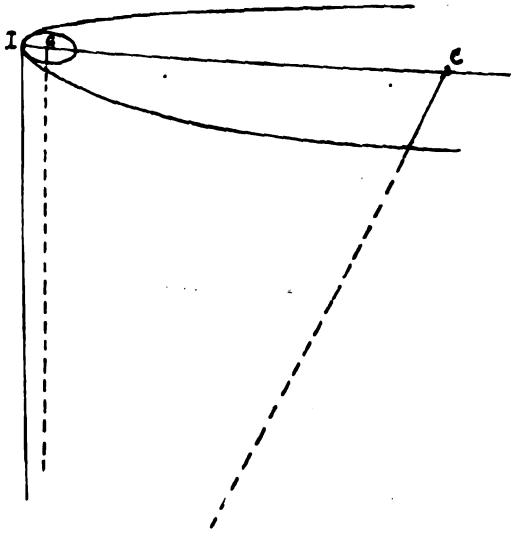


Fig. 150. — Les deux cônes de Poinsot roulant l'un sur l'autre et ayant l'axe instantané pour génératrice commune.

(ou d'inertie) par un mouvement dont il n'est pas facile de se former une idée exacte et qu'on aurait de la peine à mettre en formules, on substitue au mouvement autour d'un point celui autour d'un axe, mouvement qu'on comprend très facilement. Cependant, pour rester dans le vrai, il faut supposer que cet axe *fixe dans l'espace*, tant qu'on n'envisage que la rotation sans s'occuper des perturbations extérieures, *se déplace continuellement dans l'intérieur du corps*, en donnant lieu aux *déplacements des pôles* sur la surface de la Terre, c'est-à-dire aux *polhodies*. Donc, Euler, bien avant Laplace, a démontré la *mutabilité continuelle des pôles*. C'est précisément le contraire de ce qu'affirme l'auteur. C'est l'axe d'inertie qui est fixe dans la Terre, puisqu'il dépend du moment principal polaire d'inertie, qui est fixé par la distribution des masses dans l'intérieur de notre globe. Or, cet axe d'inertie est mobile avec la Terre *dans l'espace* et ce mouvement vient se greffer sur celui de la rotation. C'est précisément ce mouvement ou celui du globe qui donne lieu aux déplacements *dans l'intérieur* de notre Terre de l'axe instantané fixe dans l'espace.

Plus exactement l'axe qui est absolument fixe dans l'espace — en négligeant les perturbations — est celui de la quantité de mouvement, c'est-à-dire celui du moment du couple résultant ; autour de lui, *dans l'espace*, l'axe instantané et celui d'inertie décrivent les surfaces latérales de deux cônes, dont les ouvertures sont entre elles respectivement comme 1 : 305 environ. Voilà pourquoi on confond l'axe instantané avec celui du couple résultant.

Dans le cas de la rotation d'un corps autour de son centre de gravité, lorsqu'il n'y a pas de coïncidence entre les axes d'inertie et de rotation — coïncidence infiniment peu probable — un principe de mécanique veut qu'à tout déplacement de l'axe instantané dans l'espace corresponde un déplacement dans l'intérieur du corps ; grâce à ce principe : 1° au très petit déplacement de l'axe instantané autour de celui du couple résultant, avec une amplitude de 0".0008, il correspond un déplacement assez grand de cet axe dans l'intérieur du globe ; car on sait que l'ouverture du cône de la polhodie atteint parfois 0".72 ;. 2° au grand déplacement de l'axe de rotation dans l'espace, par effet de la précession, dont le cône a une ouverture de 46°54', correspond un petit déplacement de l'axe instantané dans l'intérieur du globe (nutation diurne ou mieux *polhodie secondaire*) dont l'amplitude est à peine de 0"04 au maximum.

Les géologues s'adressent aux astronomes pour savoir si les pôles sont invariables sur la surface de notre globe ; mais ils oublient que les mathématiques — qui sont l'instrument dont les astronomes théoriciens doivent se servir par la force des choses — n'inventent rien dans la nature. Elles sont un moyen de déduire des conclusions de quelques prémisses, c'est-à-dire des hypothèses que l'on fait sur la nature des choses. Donc ce sont les astronomes qui demandent aux géologues et

Digitized by Google

aux géophysiciens des renseignements sur la rigidité du globe. Puisque dans la théorie de la précession ils ont supposé la Terre absolument rigide, ils en déduisent que les moments d'inertie ne changent pas, que l'axe de la Terre (en fondant ensemble les trois axes que l'on distingue dans la théorie de la simple rotation non perturbée) est fixe dans son intérieur et que l'on a donc *l'invariabilité des pôles*. On peut donc dire que ce sont plutôt les géologues qui ont mis Laplace, Darwin, Tisserand, etc., dans la nécessité de reconnaître l'invariabilité presque absolue des pôles.

En effet, tout ce que nous savons sur la constitution de notre globe, tout ce qui résulte des études de géophysique, nous amène à exclure, *à l'époque actuelle*, des déplacements de masses dans l'intérieur de la Terre capables de modifier ses *moments d'inertie*. Mais à travers les époques géologiques, lorsque la Terre, composée de matériaux hétérogènes, était à l'état plus ou moins fluide, il a bien pu arriver des changements dans ces moments, par conséquent des déplacements de l'axe polaire dans son intérieur.

Quand on lit l'article que nous examinons, on ne comprend pas si l'auteur parle de l'état actuel de notre globe ou de son passé ; du moins il entremêle les idées qui se rapportent aux deux cas. En discutant des périodes géologiques, lorsqu'un déplacement des pôles était possible, il s'appuie sur l'invariabilité des pôles *démontrée pour l'époque actuelle*. Et en partant de cette idée erronée, il va jusqu'à une hypothèse absurde de tout point pour expliquer deux faits constatés par les géologues, c'est-à-dire qu'à une époque très reculée, les régions polaires de la Terre ont dû jouir d'une température bien plus élevée que celle actuelle, et qu'au contraire dans les régions polaires australes il y a eu une époque glaciaire. Ces deux faits ressortent, disent les géologues, de l'examen de la faune et de la flore, et nous ne voulons pas les contester ; mais l'explication *astronomique* que l'auteur donne de ces faits est en opposition complète avec les principes de la mécanique céleste.

En effet, quel astronome aurait pu imaginer que l'axe de rotation de notre Terre faisant un angle assez grand avec l'écliptique (1) se soit couché sur ce plan? Eh bien ! voici ce qu'écrit l'auteur : « Obéissant à des intluences astronomiques qui nous sont inconnues, mais *exigées par les faits*, la Terre, sans secousse brusque, sans qu'il y ait rien de changé à son axe de rotation immuable par rapport à sa masse (?) a dû peu à peu incliner cet axe *normalement* (?) vers le Soleil, de façon à lui présenter toujours le même hémisphère nord (!). Ce changement de position a pu être *périodique*. Ce qu'il y a de certain, c'est que s'étant redressée (!) dans la position qu'elle occupe aujourd'hui, la Terre ayant repris la chaleur normale qui lui convenait à cette époque, a produit ses formations carbonifères de l'hémisphère sud avec sa flore et sa faune particulière. »

Tout cela paraîtra un roman aux astronomes. Comment supposer que l'axe de rotation ait été autrefois comme une balançoire, *obéissant à des influences astronomiques qui nous sont inconnues*? Tout cela, tout ce bouleversement du monde pour expliquer qu'à une époque reculée les régions polaires nord ont été chaudes ! Tout ce bouleversement parce que tout ce que l'auteur sait en mécanique céleste c'est l'immutabilité des pôles !

Mais, de grâce, qu'on laisse tranquille l'astronomie ou bien qu'on l'étudie sérieusement ! Puisque l'auteur parle d'époques reculées, il aurait bien pu admettre un déplacement de l'axe de rotation dans l'espace et dans la masse de la Terre qui aurait transformé les régions polaires en régions équatoriales. Mais non, il a besoin d'expliquer pourquoi et comment pendant qu'au pôle nord actuel il faisait chaud, il faisait froid au pôle austral ; et alors il invente un mouvement d'un nouveau genre en mécanique céleste, celui d'un astre (la Terre) décrivant son orbite autour du Soleil et *tournant constamment vers lui son axe de rotation !*

Évidemment il ne connaît pas le principe du plan et de l'axe invariable, d'après lequel *l'axe de rotation doit rester constamment dirigé vers un point de l'espace, sa direction devant être constante.* Impossible que l'axe de rotation de la Terre ait été dirigé *constamment* et *normalement* (!) *vers le Soleil.*

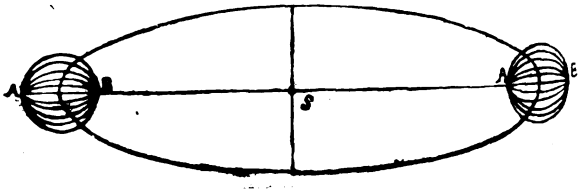


Fig. 151 — Planète ideale ayant son axe de rotation couché sur son orbite et constamment dirigé vers un point de l'espace.

Il échappe à l'auteur qu'à ces époques reculées la Terre avait assez de chaleur en elle-même, pour que sa température ne dépendît que dans une faible mesure du Soleil.

L'hypothèse de M. Wegener

L'auteur qui dans tout son article a été dogmatique notamment en n'exposant qu'une seule des

(1) Cet angle est aujourd'hui de 66°33'.

Digitized by Google

hypothèses sur la constitution de la Terre et se bornant à des affirmations sans démonstration, sans discussion, devient agressif à propos de l'hypothèse de M. Wegener, qui a parlé de la dérive des continents. L'auteur monte sur son cheval de bataille pour déclarer tout à fait inadmissible

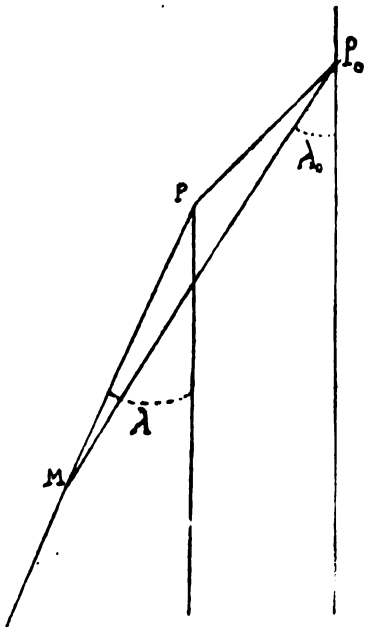


Fig. 152. — Un déplacement du pôle P_0 en P fait varier la longitude du point terrestre M, de λ_0 en λ. La colatitude P_0M se change en PM.

cette hypothèse, en se basant surtout sur ce fait qu'on n'a pas constaté de variations dans les longitudes.

Avant tout, nous ferons remarquer que si la dérive avait lieu dans le sens des méridiens, il n'y aurait pas eu de variations dans les longitudes. Mais il faut lire cet auteur pour voir de quelle manière curieuse il s'exprime :

« Enfin, les calculs astronomiques de longitudes établis depuis cent ans par nos marins et nos géographes, l'amiral Mouchez entre autres, n'ont pas varié jusqu'à aujourd'hui et, si lente qu'aurait pu être, si elle existait, la dérive de l'Amérique du Sud, par exemple, elle aurait été déjà démontrée par ce moyen. »

Même ici il serait difficile de grouper plus d'inexactitudes. Et d'abord, l'auteur fait bien voir qu'il ignore complètement toutes les recherches qui se font depuis cinquante ans sur les déplacements à longue et à courte période des pôles. Il ignore qu'un déplacement des pôles fait varier les longitudes et qu'en effet, on a constaté des déplacements séculaires dans les pôles et de petites variations dans les longitudes. Il ne sait pas que les longitudes se déterminent par les *observations* et par les *calculs*. Ceux-ci sont toujours les mêmes, ce sont les observations qui varient s'il y a des changements dans les longitudes.

De même, on ne peut que sourire du moyen qu'il invoque pour constater de très petites variations dans les longitudes, c'est-à-dire, *les calculs établis par nos marins!* Mais de grâce, n'y a-t-il pas d'Observatoires dans ces pays-là et n'y a-t-il que les marins, et des marins français, qui sachent déterminer une longitude? Mais l'auteur sait-il que les déterminations de longitudes faites par les marins il y a cent ans, pouvaient être erronées de 1^s, 2^s jusqu'à 8^s?

Comme conclusion, quand un astronome a lu l'article en question, il ne peut se défendre d'éprouver de la peine et de regretter qu'on ait voulu écrire si longuement sur ces questions délicates, sans posséder la géométrie, la mécanique rationnelle et céleste aussi bien que l'astronomie et la géodésie.

Jean Boccardi,
Correspondant du Bureau des Longitudes,
Ancien directeur de l'Observatoire de Turin.

REVUE AGRONOMIQUE

LE SCOLYTE DU GRAIN DE CAFÉ AU BRÉSIL ET LA PRODUCTION DU CAFÉ DANS LES COLONIES FRANÇAISES.

De la protection des cultures contre leurs ennemis naturels. — Il est incontestable qu'une des causes principales de la « vie chère », pour la France, réside dans la production insuffisante de son domaine agricole. L'alimentation étant évidemment à la base de toute activité humaine, il faut donc s'attacher à déterminer les facteurs qui peuvent augmenter le rendement à l'hectare, afin de pouvoir s'efforcer à améliorer progressivement la situation économique nationale. Chacun, dans sa sphère d'étude, peut apporter une documentation utile pouvant permettre d'édifier une vie moins chère, rationnellement et non par des mesures temporaires, plus ou moins désastreuses dans leurs conséquences ultérieures. Dans cet ordre d'idées, il y a lieu de placer en toute première ligne, non en théorie, mais en pratique la protection de nos cultures contre les ravages des parasites qui nous privent d'une part, souvent très importante, des produits de nos récoltes.

J'ai déjà eu l'occasion d'insister ici-même sur ce

Digitized by Google

point à l'occasion de la présence du Doryphore de la pomme de terre (1) et de la Cochenille du Mûrier (*Diaspis pentagona*) en France (2), et des dangers d'introduction dans nos colonies du Ver rose de la capsule du coton (3). Ces insectes sont, avec bien d'autres de leurs congénères, sauterelles, cochylis, eudémis, etc., des facteurs incontestables et incontestés de la « Vie chère ».

J'ai également montré comment nous pouvons, en France, par l'utilisation rationnelle des services compétents existant et par l'organisation bien comprise des intéressés (Syndicat de défense des cultures), — abstraction faite de toute contingence politique — obtenir la protection de nos récoltes contre les hordes de parasites qui les réduisent à notre détriment. Faut-il ajouter que, depuis plus d'un an, le Gouvernement a déposé sur les bureaux des Chambres un projet de loi tendant à rendre la loi du 21 juin 1898 plus efficace et d'une application plus étendue; malheureusement l'utilité immédiate d'une telle réglementation ne saute pas aux yeux de nos législateurs qui ne l'ont pas encore mise à l'ordre du jour de leurs séances.

Pour ce qui est de la protection de nos cultures coloniales, nous sommes encore moins bien armés. Il existe quelques textes officiels mais nous n'avons personne pour surveiller leur application (1). Oserai-je dire que le Ministre des colonies en 1918 a jugé urgent de prendre un arrêté pour protéger nos cultures de coton contre l'introduction de leur ennemi le plus terrible, le ver rose de la capsule (*Gelechia gossypiella*), et que l'Administration de certaine grande colonie a estimé, elle, inutile de promulguer le dit arrêté sur son territoire avant juin 1924 ! Les services compétents ont pourtant assez insisté sur le danger qu'il y aurait à introduire dans nos colonies ce Ver rose qui coûte des milliards annuellement à l'Égypte et contre lequel les États-Unis ont pris des mesures qui paraissent draconiennes à nos compatriotes.

Le 27 février 1922, un autre arrêté ministériel réglementait les relations de nos colonies avec les autres régions en vue de retarder, dans la mesure du possible, l'introduction sur les territoires encore indemnes, du fléau des caféiers, le Scolyte du grain de café (*Stephanoderes coffeæ*) dont les ravages à Java et Sumatra ont obligé les Néerlandais à créer dans leurs colonies un service spécial de défense, le Koffiebessenboeboek-Fonds.

Cet arrêté fut l'objet de critiques assez vives sous prétexte qu'il risquait d'entraver le commerce, en particulier celui des cafés pour la consommation. Un fait récent montre combien ces mesures de protection sont justifiées et combien nos colonies sont susceptibles d'en bénéficier si l'Administration routinière ne s'y oppose pas.

Production du café dans nos colonies. — De toutes les denrées coloniales que nous achetons à l'étranger, le café est certainement l'aliment de première nécessité que nos territoires tropicaux pourraient le plus aisément produire et qu'ils ne fournissent encore que pour une valeur infime par rapport aux besoins de notre consommation.

M. Luc nous donne à ce sujet des chiffres très suggestifs (2) :

En 1921, sur les 933.200 tonnes de la production mondiale, notre pays en consommait 131.212. En 1923, ce chiffre s'élevait à 173.315, nous plaçant ainsi au quatrième rang des peuples auxquels ce précieux tonique est indispensable, comme en témoigne le tableau suivant :

Consommation par Habitant :

Pays-Bas	5 k. 62
Amérique	5 k. 48
Belgique	5 k. 02
France	4 k. 42

(1) P. Vayssière : Le Doryphora en France ; organisation de la lutte. *Revue Scient.*, n° 2, Paris 1923.

Le Doryphora (*Leptinotarsa decemlineata*) est un coléoptère de la famille des Chrysomélides qui s'alimente, tant à l'état adulte qu'au stade larvaire, aux dépens des organes aériens de la pomme de terre. C'est l'ennemi connu le plus important de cette plante contre l'introduction duquel tous les pays européens avaient pris des mesures sévères de protection. Malheureusement ces toutes dernières années, il s'est implanté en France dans certains départements de la région bordelaise.

(2) P. Vayssière : L'organisation de la lutte contre les ennemis des cultures et la protection de la Sériciculture en France. *Revue Scient.*, n° 8, Paris, 1924.

Le *Diaspis pentagona* est un petit insecte du groupe des Cochenilles. Il vit aux dépens d'un très grand nombre d'espèces végétales et ce n'est pas trop de craindre qu'il entrave bientôt l'essor que la Sériciculture tend à prendre de nouveau en France, si des mesures sévères ne sont pas prescrites contre son extension dans toute la zone du Mûrier.

(3) P. Vayssière : L'Anthonome et le Ver rose de la capsule du coton ; leur importance économique. *Revue Scient.*, n° 19, Paris, 1922.

Le Ver rose de la capsule du coton (*Gelechia gossypiella*) est l'ennemi le plus redoutable des pays producteurs de coton. Sa nocuité est d'autant plus grande qu'il est susceptible de vivre plusieurs années dans des graines de coton d'apparence saine qui peuvent le disséminer dans le monde entier. A ma connaissance, ce fléau n'existe que dans une seule colonie française, Madagascar, d'où je l'ai déterminé sur des échantillons adressés par M. Cayla. Naturellement, aucun service officiel n'a signalé ce fait jusqu'à ce jour.

(1) A. Maublanc et P. Vayssière : Lutte contre les Parasites végétaux et animaux des cultures tropicales. *C. R. XI^e Congrès intern. d'Agricult.*, 7^e Section, Paris, 1923.

(2) M. Luc : La production du café à Madagascar. *L'Agronomie coloniale*, n° 83, Paris, octobre 1924.

Digitized by Google

Nos colonies ne nous fournissent que les 2,5 % de notre consommation annuelle. Ce pourcentage

FIG. 153. — Le Scolyte du grain de café (*Stephanoderes coffeæ* Hag.). Très grossi.

représentait en 1922, 4.683 tonnes, se répartissant comme suit par colonies :

Madagascar	2.322
Tonkin	848
Nouvelle-Calédonie	641
Guadeloupe	500
Nouvelles-Hébrides.....	194
Afrique	146
Réunion et Martinique.....	32

Ces chiffres sont ridiculement faibles si on les compare à la production du Brésil qui fournit, à lui seul, environ 75 % du café récolté dans le monde. Pour notre part, nous importons de ce pays annuellement par la place du Havre environ un million et demi de sacs ; par Marseille 300.000 et par Bordeaux 100.000 (1).

Le scolyte du grain de café au Brésil. Quelques faits nouveaux. — Or, la situation mondiale du café vient brutalement d'être révolutionnée par une diminution considérable de la dernière récolte brésilienne, diminution due uniquement aux ravages du fameux scolyte du grain de café (*Stephanoderes coffeæ*).

Les pertes dues à cet insecte auraient été évaluées tout d'abord à un minimum de 50 %. C'est donc la moitié de la récolte qui serait détruite. « Si la production totale du Brésil, dit M. Luc (2), est évaluée à 600.000 tonnes et le prix du café à 10 francs le kilo actuellement, on voit d'après cette évaluation que la valeur du café perdu dans

(1) Renseignement fourni par M. H. Dufay.

(2) M. Luc : La culture du Caféier devient tout à fait intéressante pour les Colonies françaises. *L'Agronomie coloniale*, n° 85, Paris, janvier 1925.

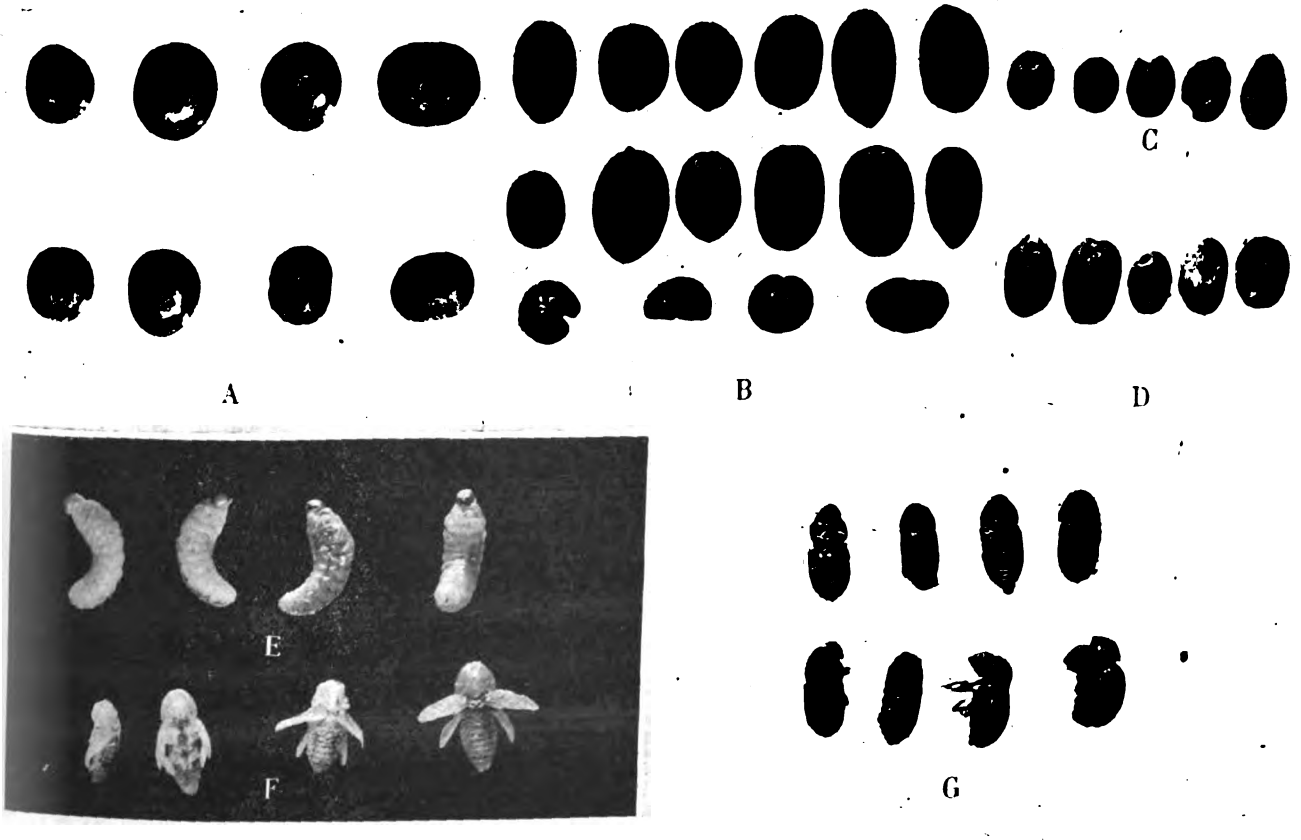


FIG. 154. — A. Cerises de Café forées par *Stephanoderes coffeæ*. — B. Grains de Café en parche attaqués par *S. coffeæ* C. Grains de Café attaqués par *S. coffeæ*. — D. Grains de Café attaqués par *Araeocerus fasciculatus* (insecte cosmopolite qui s'attaque à toutes sortes de g aines). — E, F, G. Stades larvaires, nymphale et adulte du Scolyte (grossis sept fois) [Cliché de l'*Agronomie Coloniale*].

Digitized by Google

l'Etat de Sao-Paulo pourrait atteindre 3 milliards de francs ». Ainsi le *St. coffeæ* apparaît, une fois de plus, comme un véritable fléau contre lequel aucune mesure de protection ne sera jamais assez rigoureuse, afin de sauver les cultures encore saines de nos colonies, de Madagascar, du Tonkin, de la Nouvelle-Calédonie, de la Guadeloupe, pour ne citer que les plus importantes.

J'ai déjà eu l'occasion de développer ailleurs la biologie de ce minuscule Coléoptère en insistant sur cette erreur, propagée adroitement, que des « cafés piqués » ont une valeur supérieure aux cafés sains de même provenance.

Il me paraît intéressant de donner aujourd'hui quelques renseignements inédits ou peu connus sur la présence du Scolyte du grain de café au Brésil et sur les conséquences de cet état de choses pour notre domaine colonial.

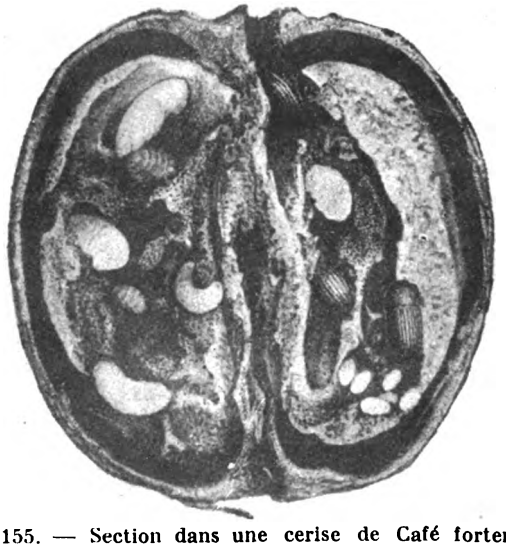


Fig. 155. — Section dans une cerise de Café fortement attaquée par le Scolyte du grain de Café, à tous ses stades d'évolution (très grossie) (1).

Le 1er août 1924, je recevais par le même courrier une lettre d'un excellent correspondant de la Station entomologique de Paris, résidant dans l'état de Saô-Paulo et une lettre de deux zoologistes de Rio-Janeiro, appartenant à l'Institut biologique de défense agricole. Il m'était annoncé de part et d'autre l'envoi d'échantillons d'un parasite du grain de café récolté au Brésil, dont l'identité m'était demandée d'urgence : nos expéditeurs pensaient avoir affaire au Scolyte du grain de café mais désiraient en avoir confirmation. Je ne reçus qu'un seul des deux envois annoncés ; il fut suffisant toutefois pour constater qu'il s'agissait bien en effet du terrible ravageur, si parfaitement étudié à Java ces dernières années ; et je faisais part à mes trois correspondants du résultat de mes investigations.

Entre temps, d'après les renseignements obtenus depuis, le Gouvernement de l'État de Saô-Paulo organisait un « Service de défense du café » et lui donnait pleins pouvoirs pour édicter toutes mesures jugées utiles dans l'intérêt national afin d'enrayer la multiplication de la « Broca do café ». Le Comité de direction de ce service comprend le Dr A. Neiva, directeur du Musée national de Rio-Janeiro, le Dr Costa Lima du même établissement scientifique, les Drs Navarro de Andrade et de Queiroz Telles.

Un très grand nombre de prescriptions excellentes ont été faites et, d'après les divers communiqués, les résultats obtenus jusqu'à ce jour seraient on ne peut plus satisfaisants.

Selon la *Willeman's Brazilian Review*, qui a publié la plupart des documents officiels relatifs au *St. coffeæ*, les zones infestées s'étendent sur un territoire de plus de 80 millions d'arbres. En trois mois, le Scolyte peut se multiplier au point d'attaquer 80 % des fruits. La perte maximum constatée a été de 90 % en poids sur la récolte et de 70 % environ sur la qualité de cette dernière. Et l'on comprend facilement le rédacteur brésilien qui ajoute : « Le désastre qu'encourrait le Brésil si son industrie de café se trouvait détruite est une éventualité telle qu'on ne doit s'épargner aucun sacrifice pour la conjurer. »

Fig. 156. — Cafés (en cerise, en parche et en grain) attaqués par le Scolyte, dont on voit nettement les orifices de pénétration ou de sortie et les galeries (cliché L. Bru).

Évidemment l'expérience de nos courtiers fait que ces derniers restent assez sceptiques sur la gravité réelle du danger pour les cultures paulistes et, pour eux, le fait patent est l'augmentation considérable des cours de café sur les marchés européens. Ma documentation personnelle ne me permet pas malheureusement d'être du même

(1) Les fig. 153 et 155 sont empruntées aux affiches et tracts en couleur, répandus au Brésil par les soins du service de défense.

Digitized by Google

avis que les commerçants français : le *St. coffeæ* agit actuellement comme un véritable fléau au Brésil et nous devons être très circonspects pour l'introduction dans nos entrepôts et surtout dans nos colonies des cafés originaires de cette contrée.

Une des objections qui m'a été faite à cette manière de voir et qui, au premier abord, paraît fondée, est qu'il n'est pas possible qu'un insecte apparaisse brusquement sur un territoire immense où personne ne l'avait signalé et se comporte aussitôt comme sur un terrible ennemi.

C'est fort juste et, *a priori*, il apparaît peu vraisemblable que, vu son extension actuelle, le *St. coffeæ* existe au Brésil seulement depuis trois ans ainsi que le laisse entendre un rapport officiel. Certains faits que j'ai recueillis à des sources dignes de foi me permettent de supposer, avec une plus grande véracité, que le scolyte du grain de café est d'importation beaucoup plus lointaine au Brésil. De nombreux « fazendieros » achetaient, jusqu'à ces derniers temps, des semences exotiques, en particulier à Java, à Sumatra et en Afrique. Or, ces pays, que des échantillons commerciaux, originaires de Hambourg, importés il y a plus de 20 ans par la Direction de l'agriculture de Saô-Paulo hébergeaient déjà des *Stephanoderes* ! Le Bulletin officiel de la Secretarie d'Agriculture de cette époque note que ces « cafés reçus contenaient des « gorgulhos » vivants ... » Ce fait peut être contrôlé sur les échantillons qui existent encore en collection. Enfin, je me suis laissé dire qu'un membre du service actuel de défense envoyé en mission à Java, en 1913, aurait rapporté au Brésil une vingtaine de variétés de café toutes contaminées par le *Stephanoderes*. Ainsi donc il paraît naturel que les cultures paulistes soient contaminées par le scolyte du grain de café et cela peut-être depuis 20 ans. On peut ajouter que l'insecte est également signalé dans une plantation de café Quillou, importé il y a une trentaine d'années dans l'État de Minas et qu'il existe aussi dans l'État de Parana.

Quant à ne pas s'expliquer que le scolyte soit passé inaperçu depuis si longtemps, il faut peu

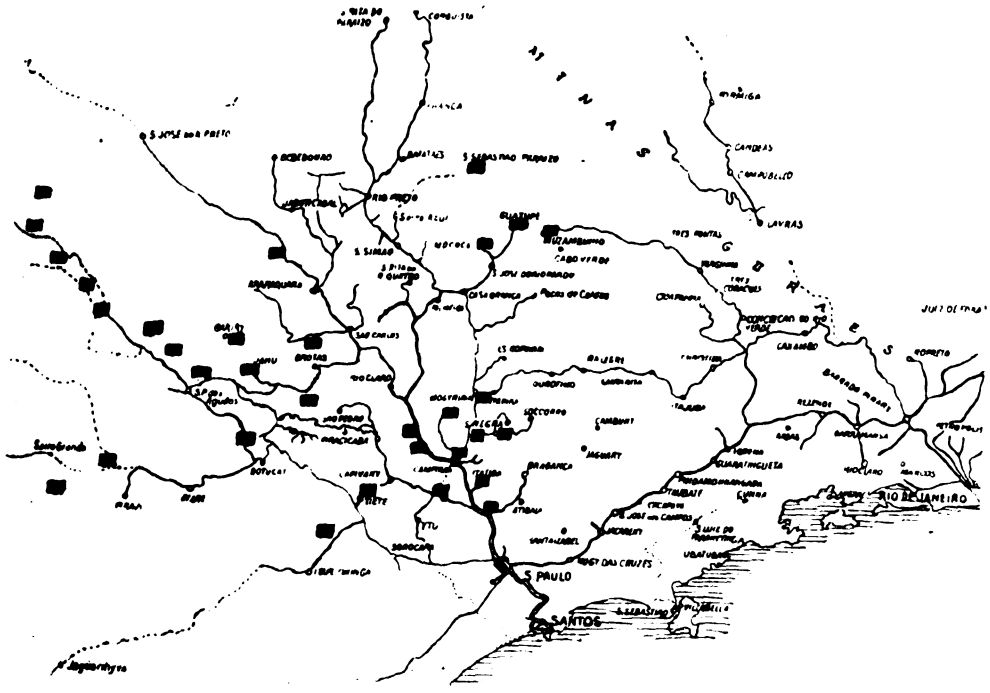


Fig. 157. — La dispersion du Scolyte dans l'Etat de Saô Paulo, au Brésil.
(Les points noirs marquent les foyers de Stephanoderes, reconnus officiellement).

comme on le sait, sont fortement contaminés par le *St. coffeæ* qui a dû être ainsi importé sur une grande échelle d'autant plus facilement qu'il n'existait alors au Brésil aucun service d'inspection à l'importation (1). N'a-t-on même pas constaté connaître les populations agricoles d'un pays quelconque ! Un parasite n'attire l'attention des intéressés qu'au moment où il devient un véritable fléau pour leurs cultures. Les exemples de cette assertion sont légion : multiplication des sauterelles, invasion de la fourmi d'Argentine, du doryphora, de la teigne de la pomme de terre, etc. Si on ajoute que, jusqu'à ces dernières années, ainsi que nous l'avons déjà dit, il n'existait au Brésil aucun ser-

(1) Ce service de défense, réclamé en 1913 par un Français M. A. Maublanc, ne fut créé qu'en 1918 et encore fonctionnait-il, comme dans beaucoup de pays, dans de mauvaises conditions, jusqu'à cette terrible alerte.

Digitized by Google

vice de défense, on comprendra facilement pourquoi le *St. coffeæ* a pu se multiplier tout à son aise dans les fazendas. La question, pour ma part, ne fait aucun doute, malgré certains rapports plus ou moins tendancieux.

Le Scolyte et les Cafés commerciaux. — Quoi qu'il en soit, la contamination des cultures du Brésil par le scolyte complique singulièrement la question de l'approvisionnement en café des parties de notre domaine colonial productrices de cette denrée, mais qui, pour diverses raisons, se voient obligées d'importer des cafés brésiliens soit pour semences, soit pour consommation. En effet, si le *Stephanoderes* a, pour se multiplier, une prédilection indiscutable pour les baies qui arrivent seulement à maturité, il abonde également dans tous les fruits tombés plus ou moins secs et dans les graines en parche. Il y a donc lieu d'interdire toute importation de semences dans nos colonies exemptes du parasite, qui n'est signalé avec certitude que de certaines parties de notre Afrique occidentale et équatoriale. Mais le problème paraît plus complexe lorsqu'il s'agit des cafés destinés uniquement à la consommation. Pour certains, dont beaucoup de Brésiliens, les cafés secs ne peuvent permettre l'évolution du scolyte et recevoir sa progéniture. Comme conséquence, il est demandé que les cafés commerciaux puissent entrer sans difficultés dans les pays indemnes.

Je pense qu'il y a dans cette assertion une méconnaissance absolue des observations biologiques faites depuis une dizaine d'années. J'ai déjà eu en effet l'occasion de signaler que le scolyte ne dédaigne pas du tout les cafés commerciaux, puisque sans faire état de l'existence indiscutable du *Stephanoderes* dans les collections brésiliennes, sa présence a été constatée à diverses reprises dans des envois en Europe.

Mayné (1), Morstatt (2), Corporaal (3) ont fait des observations concordantes sur cet habitat possible de l'insecte dans les magasins en Afrique et à Sumatra. J'ai tenu à faire confirmer par mon ami Mayné les observations qu'il avait publiées. Voici sa réponse à ma demande : « Il est une erreur de croire que le *Stephanoderes coffeæ* évolue uniquement dans les cerises fraîches de café. Certes, c'est là qu'il commet ses plus sérieux ravages. Cependant l'insecte est, en outre, un ennemi des cafés emmagasinés secs et même du café sec décortiqué.

« Au Congo belge, je l'ai observé très fréquemment en quantité innombrable, dans des envois de grains de semence. Il pullule aussi dans les baies sèches séjournant à terre dans les magasins malpropres. Enfin, des collections de cafés secs et décortiqués ont été *réduites en poussières* dans mon laboratoire, Congo-da-Lemba (Bas-Congo) en 1912 » (1). Enfin, Roepke (2), au laboratoire, a pu élever des *St. coffeæ* dans du café commercial.

Ainsi il est nettement établi que le *St. coffeæ* est susceptible de vivre dans le grain de café sous tous ses stades : en cerise, en parche, ou prêt à la consommation. Je n'ignore pas que Roepke d'une part, Leefmans (3) d'autre part, insistent sur le fait qu'ils n'ont jamais trouvé de *St. coffeæ* vivants dans du café commercial, et le premier de ces auteurs en donne d'ailleurs la raison : les insectes sont tués, quel que soit leur stade, au cours de la préparation du café. On sait qu'à Java principalement, ainsi qu'à la Guadeloupe et à la Jamaïque, le café est préparé par voie humide, méthode qui nécessite tout d'abord une macération de 24 à 72 heures après le lavage et surtout une fermentation du café en parche qui peut parfois durer 60 heures. C'est vraisemblablement cette dernière opération qui est fatale au scolyte. (4) Quant à la préparation par voie sèche, elle est très répandue de par le monde, au Brésil en particulier. Or, rien dans la suite des opérations nécessitées par ce dernier procédé ne permet de supposer que les *St. coffeæ* soient tous tués, quel que soit leur stade d'évolution, au cours de la préparation. Bien plus, et c'est un point capital, en supposant même que tous les insectes soient toujours détruits lors de la préparation du café commercial, une réinfection est toujours possible dans les entrepôts avant que les balles soient exportées.

Dans ces conditions, la plus élémentaire prudence nous engage à prendre toutes les précautions jugées nécessaires en vue de la protection des cultures de café de nos colonies. L'arrêté minis-

(1) R. Mayné : Note sur un ennemi du Caféier. *Bull. Agric. Congo Belge*, V, Londres, 1914.

(2) H. Morstatt : Kaffeekultur, Kaffeeschädlinge und andere schädliche Insekten im Bezirk Buboka. *Der Pflanzer*, X, 1914.

(3) J.-B. Corporaal : De Koffiebesborder op Sumatra's Oostkust en Atjeh *Meded. Algem. Proefst.* A. V. R. O. S., Medan 1921.

(1) Lettre du 16 février 1925.

(2) W. Rœpke : Gegevens omtrent de Koffiebessenboeboek (*Med.*). *Instituut voor Plantenziekten*, n° 238, Batavia, 1919.

(3) Leefmans : De Koffiebessenboeboek. I. levenswijze en oecologie (Med.) *Instituut voor Plantenziekten*, n° 57, Batavia, 1925.

(4) Les Brésiliens, après des recherches dans ce sens, concluent très nettement à l'inefficacité absolue de ces diverses opérations dans la destruction du Scolyte (Cf. : *Instrucções para o combate á broca do café*, Serviço de Defesa do Café, public. N° 3, 1924). Notre réserve se justifie donc amplement.

Digitized by Google

tériel du 27 février 1922, doit être appliqué au Brésil sans aucune dérogation.

Situation nouvelle de nos colonies productrices de café. — Enfin, étant donnés les risques qui peuvent résulter de l'importation des cafés dans nos colonies indemnes du scolyte et susceptibles de produire cette denrée, on est en droit de se demander si toute introduction de café, pour quelque but que ce soit, de quelle provenance que ce soit, ne devrait pas être rigoureusement interdite. Un gouvernement local peut montrer, sur ce point, une grande initiative que l'avenir récompenserait. Voici à ce sujet, l'opinion de M. Luc en ce qui concerne Madagascar : « La hausse du café qui a déjà commencé à se manifester va rendre ce point encore plus intéressant aux planteurs des colonies françaises. Ceux de Madagascar, entre autres, seront bien inspirés en développant le plus possible leurs plantations de caféier, dans lesquelles l'apparition du « scolyte » n'a pas, à notre connaissance, encore été signalée et contre l'introduction duquel la colonie peut d'autant mieux se prémunir qu'elle possède actuellement, sur son sol, assez de bonnes espèces et variétés pour pouvoir se passer d'introductions étrangères. » M. H. Dufay, président de la Société d'Honquan, est tout à fait du même avis en ce qui concerne le Tonkin, qui peut suffire à la consommation de toute l'Indo-Chine.

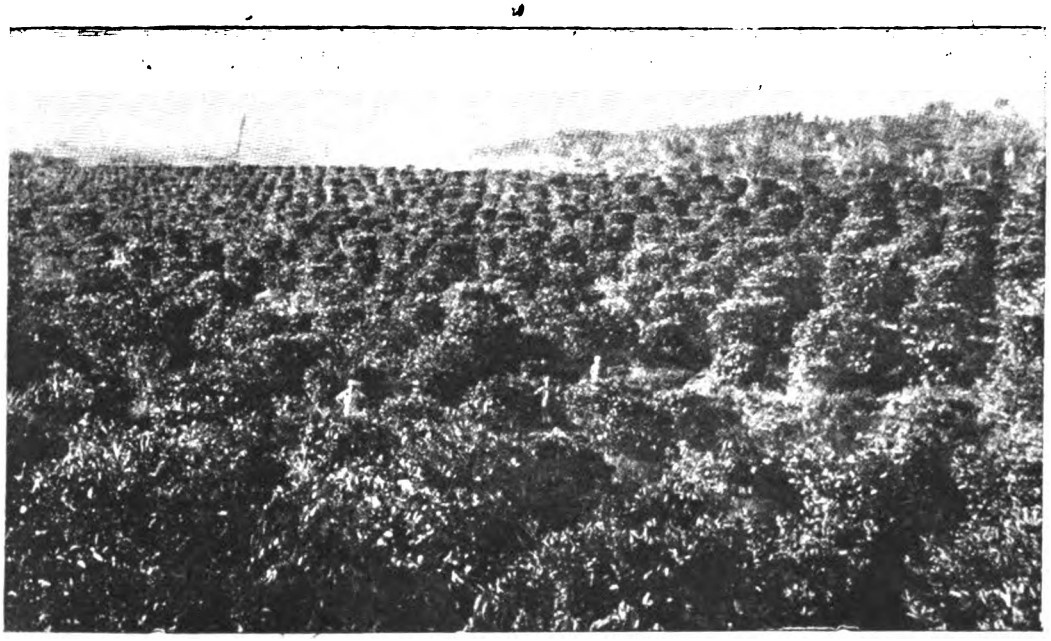


Fig. 158. — Plantation de caféiers à Madagascar. (1)

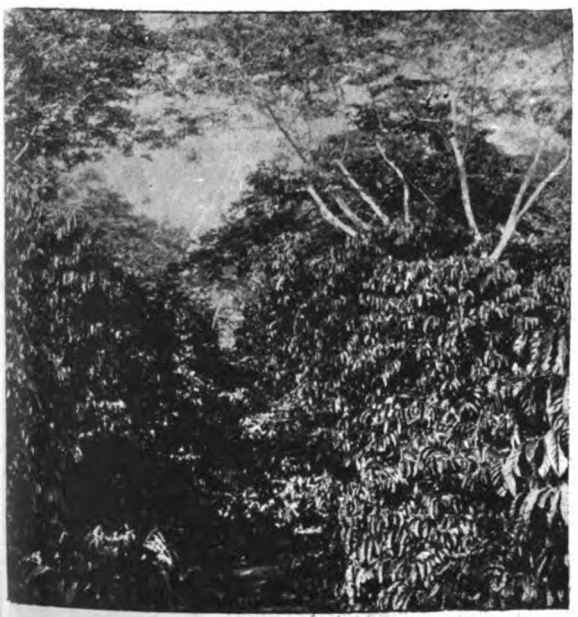


Fig. 159. — Concession Duchesne (Mananjary, Madagascar). Cafés en pleine production.

Est-il d'ailleurs vraiment indispensable d'importer annuellement à Madagascar deux tonnes, en Indo-Chine soixante-six tonnes de café étranger quand ces territoires exportent, pour la même période (année 1923), le premier environ 1.600 tonnes, le second 623 tonnes (2). La nécessité de l'introduction d'infimes quantités ne peut être sérieusement défendue devant le danger constant que

(1) Les vues 158 et 159 nous ont été communiquées par l'Agence économique de Madagascar.

(2) Ces chiffres m'ont été aimablement fournis par l'Agence générale des colonies.

Digitized by Google

représentent pour nos cultures ces achats à l'étranger.

Si je considère d'autre part la Martinique, par exemple, dont la production actuelle est presque nulle, il me semble qu'il y a encore nécessité à réduire au minimum les importations. Je suis convaincu que les planteurs de cette colonie font absolument fausse route en s'adonnant à la monoculture (canne à sucre) et en abandonnant d'autres productions intéressantes telles que le café, pour lequel peu de sols conviennent aussi parfaitement. L'exemple du Brésil, avec son café, doit donner à réfléchir, quand on constate le développement, sur la canne à sucre à la Martinique, d'une maladie aussi grave que la Mosaïque.

Conclusions. — En résumé, la question me paraît jugée. Réduisons au minimum, à zéro si possible, les importations exotiques de café dans nos colonies susceptibles d'en produire ; et si on ne peut éviter ces introductions, il faut exiger l'établissement de mesures sévères de protection, à l'entrée sur le territoire indemne, par l'organisation d'un service d'inspection, de quarantaine et de désinfection des végétaux, établi par exemple sur le modèle de celui qui fonctionne en Algérie. Depuis que la création d'un tel service est demandée par les spécialistes, les colonies (comme la Métropole d'ailleurs) auraient récupéré largement les quelques milliers de francs nécessités par son organisation et son fonctionnement. A titre d'indication pour le cas des cafés étrangers à désinfecter, d'après nos observations personnelles dont les résultats concordent avec ceux obtenus au Brésil et à Java, il semble que le traitement des cafés commerciaux par la chaleur (50°) pendant quelques heures est susceptible de donner toute garantie de protection contre la multiplication ultérieure du *Stephanoderes* ou de tout autre parasite, et cela sans qu'il en résulte la moindre altération de la qualité du produit.

P. VAYSSIÈRE,
Ingénieur agronome,
Directeur-Adjoint de la Station entomologique de Paris.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Recherches sur la spectrophotométrie stellaire — 1. L'étude de la distribution de l'énergie dans les spectres stellaires mérite d'attirer très fortement l'attention des astronomes. Elle fournira des données de première importance sur l'état physique des astres. Par l'application des lois du rayonnement elle nous renseigne sur leur température, fournissant la température qu'aurait la surface de leur photosphère si elle rayonnait comme un corps noir, qu'on appelle d'un nom assez impropre, leur température effective et qu'il serait préférable de désigner sous le nom de température efficace. Si on arrivait à connaître la température des couches supérieures de l'atmosphère stellaire où se produisent les raies d'absorption, en particulier les raies des atomes ionisés, on pourrait en conclure la pression qui règne dans ces couches d'après la formule par laquelle M. N. Saha relie, pour les diverses vapeurs, la pression, la température et le potentiel d'ionisation.

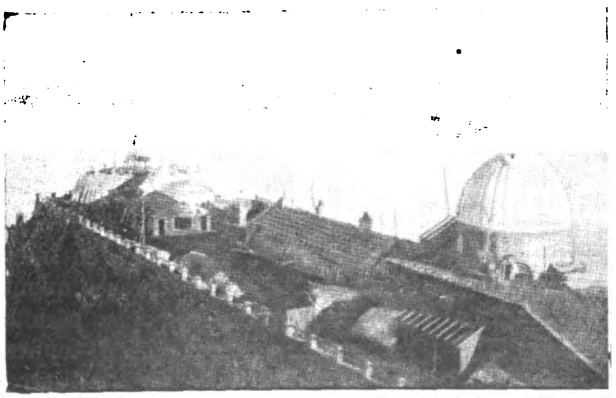


Fig. 169. — L'Observatoire du Pic du Midi en 1912, vu du sommet du Pic du Midi.

Jusqu'à ces toutes dernières années, l'étude de la répartition spectrale de l'énergie dans les rayonnements stellaires, si l'on en excepte le rayonnement du Soleil, n'avait été abordée qu'à Potsdam par Scheiner, Wilsing et Münch, à Gottingen par Rosenberg, à Paris par Ch. Nordmann.

Scheiner et Wilsing, puis Wilsing et Münch, opéraient visuellement avec un spectrophotomètre placé à l'extrémité du grand réfracteur de Potsdam. Ils ont déterminé les intensités énergétiques d'un certain nombre de radiations différentes. Ces intensités énergétiques étaient obtenues par la comparaison des spectres stellaires avec le spectre d'une lampe électrique à incandescence à filament de charbon, elle-même étalonnée par rapport au corps noir.

Rosenberg opérait photographiquement à l'aide d'une chambre à prisme en verre uviol. Ses mesures ne sont pas rapportées directement au corps noir ; il comparait le spectre de chaque étoile au spectre d'une étoile type, α Aquilæ ou β Orionis, elles-mêmes rapportées au Soleil dont les intensités spectrales énergétiques étaient supposées connues.

Nordmann utilisait son photomètre hétérochrome qui

Digitized by Google

ne permet pas d'étudier des régions étroites du spectre, mais des régions assez larges dans le rouge, le vert et le bleu. Il a l'avantage de se prêter à l'observation d'astres relativement faibles, mais l'inconvénient de ne pas révéler les raies et les bandes d'absorption dont la présence dans le domaine spectral peut modifier l'intensité énergétique du spectre continu. Nordmann a publié, en 1909, les températures de quinze étoiles; vingt nouvelles déterminations ont été publiées en 1922 en collaboration avec Le Morvan.

Coblentz à l'Observatoire Lick, avec un couple thermoélectrique placé dans le vide, a étudié les radiations infrarouges de 103 étoiles. Ch. Abott, au Mont Wilson, a appliqué un spectrobolomètre placé au foyer du réfracteur de 100 pouces à l'étude du rayonnement de 10 étoiles entre les longueurs d'onde 0 μ, 477 et 2 μ, 230. R. Sampson, à Édimbourg, a réalisé un grand progrès en mesurant, avec un microphotomètre enregistreur, les densités photographiques de toutes les radiations des spectres. Il n'a publié jusqu'à présent que des résultats provisoires donnés par l'étude des spectres de 10 étoiles de types différents, obtenus avec une chambre à prisme; il en a déduit les intensités énergétiques en utilisant les lois des actions photographiques. H.-H. Plaskett, à Victoria, a appliqué aux étoiles une méthode spectrophotométrique déjà employée dans plusieurs recherches de laboratoire et consistant à recouvrir la fente d'un spectrographe d'un coin de teinte neutre. La largeur du spectre stellaire, pour une radiation déterminée, dépendait de l'intensité de cette radiation, du pouvoir absorbant du coin et des autres propriétés chromatiques de l'instrument; l'étude d'une source étalon donnait les constantes instrumentales nécessaires pour passer de la largeur du spectre à l'intensité énergétique correspondante.

Un point particulièrement important et difficile, si l'on se propose d'obtenir les intensités spectrales énergétiques, c'est d'étalonner sur une source connue les instruments utilisés.

Les astronomes de Potsdam ont gradué leur spectrophotomètre en mesurant périodiquement, pour les radiations sur lesquelles portaient leurs études stellaires, le rayonnement d'un four à température connues servant de corps noir; ils avaient étudié avec soin l'influence de l'achromatisme de l'objectif et de son pouvoir absorbant. Les mesures de Rosenberg n'étant que relatives, l'influence des propriétés chromatiques de la chambre à prisme et des plaques photographiques employées était naturellement éliminée par la comparaison, sur la même plaque, des étoiles étudiées et des étoiles types. Rosenberg a cherché à exprimer les intensités des diverses radiations stellaires en fonction de celles des radiations correspondantes du Soleil. Malheureusement le spectre du Soleil ne pouvait pas s'obtenir dans son instrument dans les mêmes conditions que les spectres stellaires. D'autre part, pour obtenir des spectres stellaires assez larges pour que les densités en soient mesurables dans le microphotomètre d'Hartmann, la plaque avait été mise fort en dehors du foyer; les radiations voisines se mêlaient au point que les raies les plus fortes de l'hydrogène étaient seules discernables. Ce ne sont donc pas les intensités du spectre continu qui étaient observées, mais ces intensités affaiblies par les raies d'absorption.

Nordmann n'a publié que fort peu de détails sur ses observations, encore moins sur la méthode qu'il a appliquée pour étalonner son photomètre. Il dit seulement qu'il a employé plusieurs fours électriques, l'arc, le Soleil. Mais comment les températures de ces fours étaient-elles déterminées? Sous quel régime fonctionnait l'arc? Quelle est la région du disque solaire qui a servi? Enfin et surtout, comment a-t-on pu étudier avec un photomètre stellaire des sources aussi différentes des étoiles comme forme et comme éclat, et comment les modifications indispensables au système optique ont-elles influé sur l'étalonnage? Aucune indication n'a été donnée sur ces points importants.

Les récepteurs de Coblentz et d'Abott, sensibles au rayonnement énergétique des astres, n'avaient pas besoin d'être étalonnés; malheureusement ils sont beaucoup moins sensibles que la plaque photographique ou que l'œil dans les régions spectrales que peuvent atteindre ces derniers récepteurs.

R. Sampson a rapporté toutes ses mesures à Capella par l'intermédiaire de la Polaire, dont le spectre était photographié sur les mêmes plaques que les spectres étudiés. La température de Capella était supposée connue. Les difficultés tenant à l'étalonnage de l'instrument et à l'absorption atmosphérique disparaissaient comme dans les observations de Rosenberg. Mais d'autres difficultés aussi grandes se présentent. Pour comparer les spectres des diverses étoiles à celui de la Polaire, R. Sampson s'est basé sur les propriétés des actions photographiques. Ses équations, traitées d'une manière très ingénieuse, contiennent l'exposant p de Schwarzschild et la constante γ du développement. Il aurait fallu en déterminer les valeurs dans les conditions photographiques des observations. Les résultats, qui ne sont donnés encore que comme provisoires, ne contiennent pas ces déterminations.

2. Dans un travail important, M. Jules Baillaud (*Bulletin astronomique*, tome IV, fasc. III) a consigné les données qu'il a obtenues sur la distribution de l'énergie dans les spectres de quelques étoiles des types B, A et F, en opérant dans les conditions les plus rigoureuses possibles.

Les observations ont été faites dans une station, à haute altitude, le Pic du Midi (2.860 m.), où l'absorption atmosphérique est particulièrement faible et régulière.

Le rayonnement des étoiles, reçu dans une chambre à prisme (spath et quartz), a été comparé directement au rayonnement d'une lampe à incandescence par la méthode photométrique de l'échelle de teintes; les spectres des deux sources étaient photographiés, non seulement avec les mêmes durées de pose, mais simultanément. La lampe à incandescence a été comparée au cratère positif de l'arc électrique, servant de corps noir, avec le même système optique.

Les étoiles étudiées ont été α Canis Minoris, (F_5) Aquilæ (A_5) α Lyræ (A) α Andromedæ (A) α Cygni (A_2), β Orionis (B_{8p}), ε Orionis (B), γ Orionis (B_2), γ Cassiopeiae (B_p). La courbe d'énergie spectrale a pu être tracée pour Véga et pour Rigel entre les longueurs d'onde 330 mμ à 650 mμ; pour les autres étoiles, entre les longueurs d'onde 330 mμ et 475 mμ.

La courbe de α Canis Minoris se rapproche de la courbe du corps noir à 7000°. Le maximum d'intensité se trouve aux environs de la longueur d'onde 420 mμ.

Les courbes des autres étoiles sont entièrement différentes de celle du corps noir et il est impossible de les appliquer à l'évaluation des températures de couleur.

Les courbes des étoiles du type A présentent un maximum prononcé aux environs de la longueur d'onde 400 mμ et montrent, des deux côtés de ce maximum, une diminution extrêmement rapide de l'énergie. Les courbes des étoiles du type B montrent une diminution continue et rapide de l'énergie à partir de l'ultra-violet, vers le rouge. Leur pente est beaucoup plus forte que celle des

Digitized by Google

courbes tracées par l'application de la formule de Planck, à quelque température que ce soit.

M. Jules Baillaud pense que le spectre continu des étoiles des types A et B n'est pas dû à un rayonnement thermique pouvant se comparer à celui du corps noir, mais, en partie tout au moins, à un rayonnement des atomes ionisés analogue à celui qui provoque le spectre continu de l'hydrogène observé par plusieurs expérimentateurs, ou le spectre continu des vapeurs métalliques de l'arc dans le vide observé par M. St. Procopiu. Dans les étoiles du type B, ce spectre continu, dû aux atomes ionisés, s'observerait comme un spectre d'émission pour toutes les radiations. Dans les étoiles du type A il s'observerait, à la fois comme spectre d'émission et comme spectre d'absorption, soit qu'il soit dû à des atomes de natures différentes, soit, s'il ne provient que de l'hydrogène, qu'il manifeste un phénomène analogue à celui qui, dans beaucoup d'étoiles à raies brillantes, fait apparaître les premières raies de la série de Balmer comme raies d'émission, et les dernières comme raies d'absorption.

Les spectres de Rigel et de Véga laissent supposer que ce spectre continu des atomes ionisés ne s'étendrait pas vers les grandes longueurs d'onde au delà de 500 mμ.

3. En vue de cette étude de spectrophotométrie stellaire, M. Jules Baillaud a étudié l'absorption atmosphérique au Pic du Midi en 1920 et 1921. Il a pu déterminer les coefficients de transmission des diverses indications de longueurs d'onde comprises entre 350 mμ à 650 mμ. Dans les conditions normales, la courbe représentant ces coefficients est très semblable à celle d'Abott à Morint Wilson. Peut-être les coefficients de transmission sont ils un peu plus fort au Pic du Midi. Une nuit où l'atmosphère était particulièrement humide, l'absorption atmosphérique s'est montrée considérable pour les radiations de longueurs d'onde plus courte que 380 mμ. Il semble qu'il pourrait y avoir dans l'ultra violet une bande étendue d'absorption atmosphérique due à la vapeur d'eau et se terminant vers cette radiation.

L'auteur n'a jamais observé le phénomène du renversement de l'intensité relative de l'absorption atmosphérique du rouge au violet entre l'absorption diurne et l'absorption nocturne, que Ch. Nordmann donne comme règle à Paris et en Suisse. A. Bc.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. A. Lacroix a été désigné pour représenter l'Académie des Sciences au troisième « Panpacific Science Congress » qui se tiendra à Tokyo en 1926.

— Dans la séance du 6 avril, M. Bouvier, président, a annoncé la mort de M. Rabut, membre de la Section des applications de la Science à l'Industrie et inspecteur général des Ponts et Chaussées. M. Rabut avait inventé des appareils permettant d'étudier les ouvrages métalliques et en béton armé; il avait apporté, dans ces travaux, des perfectionnements qui en avaient notablement réduit le prix de revient.

Hommages posthumes. — Par décret du 9 avril (*J. Off.*, 15 avril), la croix de chevalier de la Légion d'honneur a été conférée à titre posthume à trois nouvelles victimes des radiations de faibles longueurs d'onde. Le Dr Paul Louis Barrois radiologiste, et les deux ingénieurs chimistes, anciens collaborateurs des Curie, Marcel Demalander et Charles Desmenitroux, qui s'étaient occupés de la préparation des corps radioactifs, et avaient contribué à l'étude de leur filiation.

Conseil supérieur d'hygiène. — Une place d'auditeur est vacante dans la catégorie des chimistes, physiciens et pharmaciens. Les candidatures sont reçues jusqu'au 10 mai au Ministère de l'hygiène.

Le Conseil comprend sept catégories : Médecins, bactériologistes, Chimistes, physiciens et pharmaciens, fonctionnaires sanitaires, hydrologues, ingénieurs et architectes, membres du Conseil d'Etat.

Observatoire magnétique international. — Le gouvernement danois va faire établir un observatoire à Godhavn, au Groenland, qui sera mis à la disposition des savants de tous les pays qui désireraient faire des expériences sur les causes des courants magnétiques. Cet observatoire sera le plus septentrional du monde (*Le Temps*, 13 avril).

Mémorial des Sciences mathématiques. — Sous la direction de M. Henri Villat, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, la librairie Gauthier-Villars vient d'entreprendre la publication d'une série de petits volumes sur tous les sujets de Mathématiques, écrits par des savants ou des professeurs éminents, accompagnés d'une importante bibliographie. M. P. Appell a inauguré cette utile collection par la publication de deux volumes : l'un sur « une forme générale des équations de la mécanique », l'autre « sur les séries hyper-géométriques de plusieurs variables. »

58e Congrès des Sociétés savantes. — Le 14 avril, le Congrès a été ouvert à la Sorbonne, sous la présidence de M. H. Déhérain, membre de la section de géographie. Les sections scientifiques ont eu pour présidents : MM. Appell et Bigourdan (Mathématiques), Maurain (Physique), Haller (Chimie), A. Lacroix (Géologie et Minéralogie), Mangin (Botanique), Joubin (Zoologie), Achard et Ledé (Médecine et Hygiène). M. Haller, empêché, a été remplacé par MM. G. Urbain et Marcel Delépine.

Dans la section de Mathématiques, signalons les communications de MM. Bouligand (Poitiers), Fréchet (Strasbourg), Kampé de Ferriet (Lille), Humbert (Montpellier); dans la section de Chimie celle de MM. L.-J. Simon, Douris, Frèrejacques, Delépine, Delaby, Dumoulin, Mörel, Auger, Karantassis, Fabre, Charonnat, Damiens, Delauney, Orcel, Pied, Mlle Veil; à la botanique, MM. Allorge, Bien, Sartory, Maire, Patouillard, Mme Lemoine; à la Zoologie, MM. Bouvier, Lamy, Lesne, Serre, Germain, Dieuzeide, Louis Boutan, Chevey, Seguy, Cozette; à la physique et météorologie : MM. Maurain, Rothé, Brazier, Eblé, Traver; à la minéralogie et géologie : MM. Lacroix, Thoulet, Teilhard de Chardin, Pied, Arsandaux, Barthoux, Bourcart, Braly, Gaubert, Denneyer, Mme Jeremine, Mlle Pfender. R. L.

Vie scientifique universitaire

Facultés de Médecine. — Les dispositions du décret du 10 septembre 1924, relatif à la réforme des études médicales, seront applicables à partir de la rentrée prochaine. La bactériologie sera étudiée en deuxième et troisième années; elle fera l'objet d'examens et de travaux pratiques.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Henneguy, professeur au Collège de France, membre de l'Institut, a été désigné par l'Académie pour la représenter au Conseil de l'Institut de biologie maritime.

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences naturelles, le 30 mars, M. De Puymlay : « Recherches sur les Algues vertes aériennes ».

Digitized by Google

— Le 25 avril. M. G. Petit : « Recherche sur l'appareil mâle des siréniens ».

Faculté de Médecine. — Le Conseil de la Faculté, dans la séance du 1er avril, a désigné M. Strohl, professeur à la Faculté d'Alger, pour la chaire de physique médicale, vacante à la suite du décès d'André Broca.

— M. le professeur agrégé Jules Lemaître est promu officier de la Légion d'honneur.

Sont nommés professeurs (*J. Off.*, 16 avril) : M. Ombrédanne agrégé (clinique chirurgicale infantile et orthopédie, fondation de la ville de Paris). M. Roussy chef des travaux et agrégé (anatomie pathologique).

Institut Pasteur. — M. Charles Roubaud, professeur d'entomologie médicale, est promu officier de la Légion d'honneur.

— Mme Vve Feuchot, de Semur, a légué sa fortune à l'Institut Pasteur.

Muséum national d'histoire naturelle. — La Société des Amis du Muséum a tenu son assemblée générale le dimanche 5 avril au grand amphithéâtre du Muséum, sous la présidence de M. Daladier, Ministre des colonies, qui, dans un intéressant discours, a fait ressortir l'œuvre utile que la Science peut remplir dans le développement des Colonies. M. le Dr Neveu-Lemaire, professeur-agrégé à la Faculté de médecine, a ensuite interprété des films relatifs au rôle pathogène des mammifères.

La Société compte 545 membres ; elle est présidée par M. Doumer. Par ses encouragements, elle contribue à la mise en valeur de nos richesses coloniales.

— M. le professeur Anthony commencera son cours le 24 avril (lundis et vendredis à 10 h.)

1° Anatomie comparée du cerveau : le Néopallium chez les vertébrés ; 2° Résultats des recherches faites au Laboratoire sur l'Anatomie des cavités nasales des Mammifères.

Cours complétés par des démonstrations au Laboratoire et aux Galeries.

— M. le professeur H. Lecomte a commencé son cours le 22 avril (mercredi et samedis, à 10 h.) :

1° Etude des caractères des inflorescences utilisables pour la classification ; 2° Les Monocotylédones. La galerie des Herbiers est ouverte tous les jours de 13 à 17 h. pour les botanistes qui désirent poursuivre des études spéciales.

Grandes Écoles. — En vue de procéder à la révision des programmes d'entrée et de les mettre en harmonie avec les programmes actuels des classes de mathématiques spéciales et de mathématiques élémentaires, une commission interministérielle a été constituée (*J. Off.* 12 avril) sous la présidence de M. Emile Picard et la vice-présidence de M. Appell. Elle compte 35 membres : MM. les inspecteurs généraux Blutel, Faivre-Dupaigne, Lamirand et Marijon, les professeurs Cotton, Janet et Péchard de la Faculté des Sciences de Paris, Brizard, Commissaire, Grévy, représentant les lycées, et les délégués des grandes Ecoles : Normale, Polytechnique, St-Cyr, Navale, Mines, Ponts et Chaussées, Supérieures d'électricité, Centrale, Institut agronomique, Forestière, Arts et Métiers. Neuf généraux ont été désignés pour faire partie de cette commission.

Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — M. Lamey, président du Groupe de Mulhouse des anciens élèves de l'Ecole Centrale, directeur de la Société alsacienne de constructions mécaniques, est nommé membre du Conseil jusqu'en 1929.

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — Le concours pour l'emploi de chef des travaux d'anatomie et de physiologie à l'Ecole de Poitiers est reportée du 28 septembre au 26 octobre prochain.

Université de Lille. — Sont nommés professeurs sans chaire : les maîtres de conférences Kampé de Feriet et Pauthenier.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 30 mars 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Emile Picard.* — **Sur quelques équations intégrales singulières.**

— *Ladislas Niklibore* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions hyperharmoniques**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *St. Kempisty* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégration des fonctions mesurables.**

GÉODÉSIE. — *Marcel Brillouin.* — **Champ de gravitation extérieur et densités internes.**

— *Ch. Lallemand.* — **Sur un prétendu affaissement du sol de la France.**

Il s'agit de deux notes présentées à l'Académie des Sciences de Bavière, l'une par M. Schmidt (14 janvier 1922), l'autre par M. Emmanuel Kayser (4 février 1922), concluant, des données des nivellements généraux de la France, (système Bourdaloue, d'une part, système Lallemand d'autre part) que le sol de la France avait subi, entre les deux nivellements terminés en 1864 et en 1893, un affaissement du sol grandissant du Sud au Nord, excepté dans les chaînes pyrénéenne et alpine, cette dernière ayant au contraire subi une surélévation. M. Lallemand établit que ces conclusions ne sont pas justifiées et ne sauraient être déduites des remarques énoncées par lui.

BALISTIQUE. — *Gossot* et *Liouville* (prés. par M. Vieille). — **Sur les principes de la balistique intérieure.**

En vue de vérifier certaines formules de balistique, les auteurs ont entrepris des recherches expérimentales sur la position du maximum de pression dans les bouches à feu, ce qui conduit à des conséquences intéressantes.

PHYSIQUE. — *E. Mathias, C.-A. Crommelin, H. Kamerlingh Onnes* et *J.-C. Swallow.* — **Le diamètre rectiligne de l'hélium.**

Les observations sur l'hélium affectuées au laboratoire de Leyde ont permis de calculer les coefficients de la formule du diamètre rectiligne $y = -0{,}40263 - 0{,}00176160$ et de vérifier que ce gaz obéit à la loi du diamètre rectiligne de la même manière que les autres corps.

— *G. Bruhat et M. Pauthenier* (prés. par M. A. Cotton). — **Mesure de la dispersion du sulfure de carbone dans l'ultraviolet.**

On a opéré par la méthode des prismes croisés : un prisme de sulfure de carbone de petit angle (48') à arête verticale et deux prismes en quartz, droits et gauches à arêtes horizontales. Le tout est placé entre un collimateur et une chambre photographique à objectifs achromatiques. Les mesures s'étendent de l'extrémité du spectre visible à la radiation 2537 A. du mercure.

ÉLECTRICITÉ. — *André Blondel.* — **Sur la sélection acoustique en radiogoniométrie.**

L'auteur a réalisé un dispositif qui facilite notablement l'écoute, au radiogoniomètre, d'émissions faites en ondes entretenues modulées simultanément par plusieurs postes ; et cela, non seulement par un décalage automatique entre les diverses émissions, mais encore par réglage en résonance musicale d'un ou plusieurs étages de l'amplification en basse fréquence du poste récepteur.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *J. Cojan* (prés. par M. A. Cotton). — **Nouvelle extension de la méthode des zones (*Ritchey*) à la détermination des aberrations en dehors de l'axe.**

La méthode des zones, que l'auteur a étendue à la détermination de la coma tangentielle, permet, avec une légère

Digitized by Google

modification, de déterminer une aberration sagittale liée aux points de rencontre des rayons situés dans le plan méridien de symétrie et de la courbe, lieu des éléments de focales sagittales. Cette courbe est la section de la seconde nappe de la caustique par le plan méridien.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Fernand Prothais* (prés. par M. Rateau). — **Etude du mélangeur des trompes à gaz à basse pression.**

Le modèle de mélangeur est celui de M. Rateau ; le coefficient caractéristique atteint sa valeur maximum pour un angle d'ouverture β compris entre 6° et 7°. Si la valeur β reste constante, ce coefficient est le plus grand possible lorsque le rapport $\frac{W}{W'}$ de la section de la tuyère inductrice et de la section de fin de mélange diminue jusqu'à l'unité. Dans les essais effectués, le rendement pratique n'a jamais dépassé 0,51.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme J.-S. Lattès* (prés. par M. Jean Perrin). — **Décomposition en groupes définis du rayonnement total du radium, par absorption dans le platine.**

Le radium, préparé depuis un certain temps, contient, même avant que l'équilibre radioatif soit atteint, un grand nombre de produits de désintégration. De ce fait, et par suite de la production de rayonnements secondaires au sein même des écrans absorbants, le rayonnement global est très complexe. L'auteur est parvenu à séparer ces rayonnements, en vue des applications médicales.

— *A. Baldit* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur un alignement de sources radioactives dans la région du Velay (Haute-Loire).**

Dans le Velay, la source radioactive (Les Estreys) se trouve à 600 mètres de la ligne droite joignant les sources radioactives de Sembadel et Bonnefont, éloignées l'une de l'autre de 40 km. Une nouvelle source radioactive située sur cette même ligne vient d'être découverte sur la rive gauche du ruisseau de Ceyssac. Les deux premières jaillissent en terrain granitique ; celles des Estreys et de Ceyssac émergent de marnes oligocènes et de basaltes pliocènes. Ainsi, on ne saurait accepter sans restriction le principe qui rattache au granite les fortes radioactivités des sources minérales.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Raoul Bélus et Léon Maurel* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans le sud de la France.**

Il s'agit de la détermination des éléments magnétiques (déclinaison, inclinaison, composante horizontale) en 22 stations de l'Aude, de l'Ariège et des Pyrénées orientales ; la variation séculaire 1922,0—1896,0 est en moyenne $\Delta D = -2°52'$ $\Delta I = -0°55'$ et $\Delta H = +0{,}0037$.

R. DONGIER.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Ch. Moureu, Ch. Dufraisse* et *P. Lote.* — **Autoxydation et action antioxygène (XVI). La propriété catalytique est localisée dans la partie oxydable de la molécule du catalyseur.**

La démonstration a été faite avec les catalyseurs qui contiennent un atome de S oxydable, tels les sulfures d'alcoyle ou d'azote. Si on sature d'oxygène le S pour former une sulfone, R—SO^2—R, la propriété catalytique est annihilée. Les graphiques de l'oxydation du furfurol sont très concluants. Dans le cas de l'acroléine, on a vu que le sulfure d'éthyle agit comme catalyseur positif, alors que le diéthylmercaptol de l'acétone agit comme catalyseur négatif, et les actions sont annulées en présence des sulfones. La relation de causalité entre l'oxydabilité et la propriété catalytique positive ou négative pour l'autoxydation est donc bien établie dans le cas du soufre.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Chasserent* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Vitesse de cristallisation du gypse et obtention d'un plâtre à haute résistance.**

Cette vitesse observée, entre 16° et 80°, au moyen de la conductibilité électrique montre une variation continue à partir de 60°, lorsque l'influence des germes de $SO^4Ca, 2H^2O$ devient nulle. En comprimant le plâtre vers 80° après lui avoir ajouté de l'eau en quantité juste suffisante, on obtient un plâtre qui durcit lentement, mais qui, après 28 jours, présente une résistance à la compression analogue à celle du ciment. Les cristaux fins enchevêtrés constituent une masse de grande résistance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mlle J. Lévy* et *Roger Lagrave* (prés par M. A. Haller). — **Comparaison des aptitudes migratrices de l'hydrogène et de quelques radicaux de la série acyclique.**

On sait que lorsque H est opposé à un radical cyclique, c'est ce dernier qui émigre. Dans l'isomérisation des oxydes éthyléniques, dérivés des carbures $(C^6H^5)^2C{=}CHR$, la migration de H l'emporte sur celle des radicaux CH^3 et C^2H^5. — *J.-F. Durand* et *Sherrill Houghton* (prés. par M. P. Sabatier). — **Réduction des dérivés nitrés par l'hydrure de calcium.**

Avec le nitrométhane en solution éthérée, on a le sel $(CH^2NO^2)^2Ca$. Le nitrobenzène perd les deux O liés à N ; on obtient le nitrosobenzène et l'azoxybenzène.

PHYSICO-CHIMIE. — *Mestrezat* et *Mlle Y. Garreau* (prés. par M. J. Perrin). — **Contribution expérimentale à l'étude du transit des électrolytes. Vitesse de diffusion à travers un septum et sélection ionique.**

Ces expériences conduisent à l'hypothèse du développement progressif d'une force contre-électromotrice qui contrarie le mouvement en sens inverse des anions d'un milieu dans l'autre.

AGRONOMIE. — *Gustave Rivière et Georges Pichard* (prés. par M. Gabriel Bertrand). **Essais comparatifs entre l'efficacité de l'azote nitrique, employé seul, sur les récoltes, et l'azote ammoniacal en présence de stérilisants partiels du sol.**

Cette étude a mis en évidence que le sulfate d'ammoniaque associé à des sels antiseptiques (arséniate de sodium) fournit, à poids égaux d'azote, des rendements de récoltes parfois supérieurs au nitrate de sodium employé seul.

A. RIGAUT.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *F. Widal, P. Abrami, Diaconescu* et *Gruber.* — **Hémoclasie digestive et variations provoquées du tonus neuro-végétatif.**

Les faits relatés dans cette Note s'ajoutent à ceux que les auteurs ont rapportés antérieurement pour établir qu'il ne saurait y avoir de corrélation obligée entre l'état du tonus neuro-végétatif d'une part et les résultats de l'épreuve de l'hémoclasie digestive d'autre part.

GÉOLOGIE. — C. *E. Wegmann* (prés. par M. Emile Haug) — **Sur les phases orogéniques de la chaîne calédonienne.**

Le cycle calédonien commence par la transgression cambrienne. Dès le début de l'Ordovicien on constate les premiers témoignages d'un plissement dont le maximum est atteint dans cette période même. C'est la *phase taconique.*

La fin de l'Ordovicien et une partie du Gothlandien sont caractérisées par une formation de Flysch. On y constate également des indices d'un nouveau mouvement, qui tend vers un maximum dans la seconde moitié de cette dernière période. C'est la *phase scandinave.*

Pendant le Dévonien se sédimentent des dépôts molassiques. On y constate les témoignages d'une phase orogénique tardive : la *phase brunswickienne.*

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Iovan Cvijic* (prés. par M. Pierre Termier). — **Types karstques de transition.**

Digitized by Google

Il y a trois groupes de plateaux karstiques du type Causses bien étudiés : les grands Causses du Gévaudan et les petits Causses du Quercy, en France ; les plateaux karstiques de la Péninsule balkanique en dehors du Holokarst dinarique ; les hauts plateaux calcaires des Alpes, excepté la Chartreuse et le Vercors. Les plateaux calcaires du Bihor, en Roumanie, ainsi que le karst de Slovaquie se rattachent au type des Causses.

Le type jurassien se rattache aux régions où prédomine l'alternance des couches calcaires et des couches marneuses, celles-ci étant parfois complètement imperméables. A ce type karstique appartiennent, en France, le Jura, les massifs du Vercors et de la Chartreuse, les plateaux s'étendant au-dessus de la source de Vaucluse, les régions de calcaires jurassique et crétacique de Provence avec le bassin fermé du Plan d'Aups et de Cuges.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). — **Homologies foliaires chez la Violette odorante : sépales et pétales.**

Les sépales de la Violette odorante sont des phyllodes de base foliaire (*hypophyllodes*) ; ses pétales sont des *protophyllodes* et l'éperon qu'ils peuvent porter est homologue du pétiole de la feuille végétative.

MYCOLOGIE. — *L. Lutz* (prés. par M. Guignard). — **Sur la spécifité vis-à-vis de leurs supports des Champignons du groupe du *Pleurotus Eryngii*.**

Les Pleurotes étudiés sont capables de se développer sur des plantes appartenant à des familles autres que les Ombellifères. La conception d'une spécificité régie par la présence ou l'absence de substances antagonistes trouve donc avec les Pleurotes une confirmation complète.

Les observations contenues dans cette Note, jointes à celles faites antérieurement par l'auteur sur les Champignons lignicoles, montrent que les Champignons épiphytes se conduisent vis-à-vis de leurs supports bien plutôt comme des saprophytes que comme de véritables parasites.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel et C. Charaux* (prés. par M. Guignard). — **Le rhamnicoside, glucoside nouveau, générateur du vert de Chine, retiré de l'écorce de tige du Nerprun purgatif.**

Ce rhamnicoside, générateur du vert de Chine ou Lokao, a été également retiré par les auteurs de l'écorce de *Rhamnus utilis* Dene, *R. Infectoria* L., R. *saxatilis* Jacq., *R. oleoides* L. Il n'existe pas dans les écorces de *R. Frdngula* L., *R. alpina* L., *R. Alaternus* L., *R. japonica* Maxim.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raphaël Dubois* (prés. par M. Henneguy). — **Sur le mode d'alimentation des Broméliacées sans racines.**

Il n'y a aucune raison pour considérer *Tillandsia dianthoides* Rossi et sans doute les autres Broméliacées dites épiphytes, comme des végétaux carnivores, pas plus d'ailleurs que ceux que l'on a continué de considérer comme tels, ainsi que l'auteur l'a démontré expérimentalement. Chez le *Tillandsia*, ce sont des Hyphomycètes du genre *Volutella*, situés à l'intérieur d'élégantes petites corbeilles en rapport avec des groupements cellulaires profonds, qui, vraisemblablement, puisent directement dans l'air l'azote nécessaire à la Broméliacée dont ils sont les hôtes intéressés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *G. André* et *E. Demoussy* (prés. par M. Lindet). — **Sur l'absorption sélective du potassium par les plantes.**

Les auteurs ont examiné comment varie le rapport du potassium au sodium lorsque, dans une betterave, on passe du centre à la périphérie, en considérant la zone intérieure, la zone moyenne et la zone extérieure.

A la date du 31 juillet, le potassium est en excès d'autant plus grand sur le sodium que la zone examinée est plus éloignée de la solution initiale, ici les liquides du sol. Ces rapports sont entre eux comme 100, 72 et 63. Au 31 octobre, la répartition saline est à peu près la même dans les trois zones. Par suite du ralentissement de la végétation, l'homogénéité, état final de la diffusion, tend à s'établir.

Les auteurs pensent que cette absorption sélective du potassium tient à la grande mobilité de ce métal, supérieure à celle de tous les autres métaux.

PHYSIOLOGIE. — *M. et M^me Louis Lapicque* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nouvelle démonstration de l'égalité des chronaxies entre le muscle strié et son nerf moteur.**

Cette égalité n'est pas encore admise par tous les physiologistes. Les auteurs en apportent une nouvelle démonstration basée sur l'étude du muscle curarisé. Le muscle ainsi séparé de son nerf laisse mesurer sa chronaxie propre ; celle-ci est égale à celle du nerf normal.

— *Jean Delphy* (prés. par M. Henneguy). — **Sur la fixation et la contractibilité de quelques Infusoires hétérotriches.**

Les Stentors sont toujours fixés par une véritable *scopula*, différenciation des cils de la région fixatrice. Quant au mucus agglutinant, il ne peut suffire à réaliser la fixation, mais il est indispensable pour qu'elle se produise.

Parmi les Infusoires considérés, les *Metopus* et les Condylostomes présentent une contractilité extrêmement faible, sinon nulle. Au contraire, les Stentors et les Spirostomes sont éminemment contractiles ; chez les uns et chez les autres, il existe une zone de contractilité maxima, située dans la région postérieure.

PHYSIOLOGIE. — *M^me L. Randoin* et *M^lle A. Michaux* (prés. par M. E. Leclainche). — **Variations du taux de l'urée dans le sang du Cobaye sous l'influence d'un régime déséquilibré par manque de facteur antiscorbutique.**

Chez le Cobaye normal, recevant une nourriture naturelle, le taux de l'urée du liquide sanguin oscille autour de 0 g. 36 pour 1000 cm³ de plasma. Chez le Cobaye soumis au régime artificiel complet, le taux moyen est très voisin du précédent : 0 g. 38 pour 1000.

Le déséquilibre alimentaire déterminé par la suppression, dans ce dernier régime, du facteur antiscorbutique, ne fait sentir ses effets, en ce qui concerne l'urée du sang, qu'après une douzaine de jours. La teneur en urée atteint environ 0 g. 50 du 11^e au 16^e jour, puis 0 g. 80 du 16^e au 22^e jour.

Les auteurs pensent que l'augmentation de la teneur du sang en urée, au milieu et à la fin du scorbut, ne traduit que des troubles secondaires.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Emile F. Terroine* et *Jean Roche* (transm. par M. Henneguy). — **Causes des différences d'intensité de respiration élémentaire des tissus.**

Sans rejeter en aucune manière l'intervention possible d'autres constituants cellulaires, les auteurs croient pouvoir formuler, à titre de première approximation, la loi suivante : *l'intensité respiratoire in vitro d'un tissu est directement proportionnelle au produit de sa teneur en protéiques par sa teneur en P lipoïdique.*

HISTOLOGIE. — *Auguste Michel* (prés. par M. Henneguy) — **Métamérie et éléments musculaires à corps externe, chez *Scoloplos armiger*.**

La métamérisation a une origine mésodermique et bilatérale, par allongement transverse des cellules, puis leur séparation en groupes. Le pygidium paraît représenter non un des métamères, mais plutôt une région générale. Dans les éléments musculaires, surtout à fibres longitudinales, les corps cellulaires sont, chez *Scoloplos armiger*, latéraux comme chez les Nématodes, même, vu l'éloignement de la plupart, plutôt externes, comme souvent chez les Platodes.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Raoul M. May* et *S. R. Delwiler* (prés. par M. F. Mesnil). — **Les rapports**

Digitized by Google

nerveux d'yeux transplantés avec les centres nerveux en voie de développement chez l'*Amblystoma punctatum*.

La pénétration du nerf optique d'un œil transplanté dans un centre nerveux détermine une hyperplasie de ce centre et une migration, soit du ganglion entier, soit de cellules de la substance grise dans la substance blanche. Ainsi ce nerf semble exercer une action attractive sur les centres avec lesquels il entre en relation.

PROTISTOLOGIE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (transm. par M. Henneguy). — **Sur l'évolution des lipoïdes et la sexualisation du cytoplasme dans les Sporozoaires.**

Chez *Aggregata Eberthi*, par exemple, le ♂, à toutes les phases de son évolution, a des affinités marquées pour le bleu de méthylène ; dans le cytoplasme ♀, il y a décoloration presque totale du réactif.

Quelle que soit l'interprétation admise sur les rapports entre les éléments de Golgi et les vésicules lipoïdes, pendant les phases de croissance, la différence dans l'évolution des lipoïdes constitue un caractère fondamental de la sexualisation du cytoplasme des Sporozoaires.

THÉRAPEUTIQUE. — *H. Foley* et *M. Brouard* (prés. par M. Roux). — **Démonstration de l'efficacité de la quininisation quotidienne, à petites doses, comme réducteur du réservoir de virus dans le paludisme des indigènes.**

Les index endémiques du paludisme relevés au cours de plusieurs saisons consécutives, en particulier l'index parasitaire (*plasmodique* et *gamétique*), établi à l'aide d'examens microscopiques du sang très minutieux et prolongés, mettent bien en évidence le nombre et le degré d'infection des porteurs de germes.

La comparaison de ces index avant et après quininisation montre que la quininisation journalière, à petites doses, employée par le Service antipaludique algérien pour l'amendement du réservoir de virus, est très efficace et permet de réduire dans des proportions considérables le nombre des porteurs de germes.

MICROBIOLOGIE. — *H. Rougebief* (prés. par M. Roux). — **Nouvelles expériences sur la dissémination des levures dans le vignoble par les drosophiles.**

Comme l'an passé, les auteurs ont pleinement observé ces concordances : absence de levures, absence d'œufs de drosophiles, présence de levures, présence d'œufs de drosophiles. Si l'influence du contact des insectes a été prépondérante pour la dissémination des levures sur le raisin, celle du contact des poussières a été absolument sans effet.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Capillarité. Phénomènes superficiels, par H. BOUASSE, Professeur à la Faculté des sciences de Toulouse. (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). In-8° de XXI-436 pages avec 232 figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 27 fr.

A la surface libre d'un liquide tout se passe comme s'il existait une membrane uniformément tendue dont la tension, suivant une ligne de coupure quelconque, est normale à la coupure, la même pour toutes les incisions passant par un point, la même pour tous les points. Les phénomènes sont ainsi complètement déterminés par un seul paramètre, la tension superficielle. L'introduction de l'ouvrage contient la théorie des membranes souples, continues. M. Bouasse applique successivement les résultats de cette théorie à l'étude générale des lames liquides, aux bulles de savon, aux systèmes laminaires de révolution, aux surfaces de courbure moyenne nulle, à la constitution des systèmes laminaires, à l'ascension et à la dépression des liquides dans les tubes, à divers problèmes d'équilibre, aux gouttes, à la caléfaction.

La théorie classique de la capillarité est parfaite pour les liquides purs dont la surface est nécessairement propre. Mais l'expérience montre que ces liquides ne forment pas de lames persistantes. Il est curieux que la théorie de la capillarité se soit fondée sur les lames persistantes auxquelles elle ne s'applique que très imparfaitement ou pas du tout. Dans les chapitres que nous venons de signaler n'intervient le plus souvent qu'une tendance uniforme à la contraction, dans des conditions indépendantes de l'épaisseur toujours relativement grande : les théorèmes et leurs conséquences subsistent. Mais, dès qu'on s'attache au mode de formation et aux conditions de stabilité des lames liquides, la théorie classique est insuffisante.

Dans la deuxième partie de l'ouvrage, l'auteur étudie les surfaces contaminées, modifiées par la présence d'une substance étrangère formant une couche de densité superficielle très petite. Ces phénomènes, si importants pour les physico-chimistes, ont fait l'objet de belles recherches que l'auteur étudie dans divers chapitres consacrés aux couches de passage, à l'établissement des gouttes, aux membranes superficielles solides, aux émulsions.

C'est, comme tous les autres livres de M. Bouasse, un ouvrage nourri de faits et d'idées, où les opinions couramment admises sont soumises à une critique sévère et qui intéressera très vivement les physiciens et les physico-chimistes. A. Bc.

Manuel of determinative bacteriology, publié par une commission de la Société des Bactériologistes américains sous la présidence de D.-H. BERGEY, Directeur du Laboratoire d'Hygiène de l'Université de Pennsylvanie à Philadelphie. In-8° de 442 pages. Williams and Wilkins Company, Publishers. Baltimore, U.-S.-A. — Prix : 5 dollars 75.

Cet ouvrage, auquel ont collaboré avec D.-H. Bergey les bactériologistes américains F.-C. Harrison, R.-S. Breed, B.-W. Hammer, Fr. M. Hunton, est d'une utilité incontestable pour tous les bactériologistes. C'est une sorte de dictionnaire où sont définies, par leurs principaux caractères, presque toutes les bactéries connues ; elles y sont réparties en ordres, familles et genres avec des tableaux synoptiques et des clés qui facilitent considérablement les déterminations. La classification adoptée dérive de celle qui a été proposée par la Société des Bactériologistes américains et par R.-G. Buchanan ; il y a certes beaucoup à y reprendre, mais elle constitue une tentative intéressante dont les microbiologistes ont intérêt à tirer parti, ne serait-ce que pour y trouver les bases d'une classification moins artificielle et pour y apprendre à introduire un peu plus de méthode dans certaines recherches.

Les bactériologistes américains ont, à diverses reprises, depuis 1898, essayé d'unifier les procédés d'étude des cultures microbiennes, comme l'a fait d'ailleurs beaucoup plus scientifiquement, en 1898 et 1903, notre compatriote Grimbert. Je ne sais si tous les laboratoires américains ont adopté une méthode de travail uniforme, mais ce que je puis dire, c'est qu'en France les remarquables publications de M. Grimbert n'ont malheureusement réussi à convaincre qu'une minorité de bactériologistes. C'est très

Digitized by Google

regrettable, car, tant que les chercheurs d'un même pays n'auront pas, d'un commun accord, adopté des procédés de recherches identiques et rationnels, on aura bien du mal à réaliser l'entente internationale qui, seule, permettra de fonder une classification vraiment scientifique et capable de satisfaire non seulement les purs bactériologistes, mais également les botanistes, les protistologistes et les biochimistes, ce que ne fait point entièrement, il faut bien le dire, celle que nous propose M. D.-H. Bergey et ses collègues.

Quand on considère les diagnoses du manuel américain, on voit figurer parfois côte à côte des espèces décrites, pour la première fois, à 15 ou 20 ans de distance ; il serait intéressant de savoir si les très anciennes descriptions ont été revisées en tenant compte des progrès de la technique ...et de la chimie biologique. On y constate également des lacunes relatives aux travaux français. Il faut aussi regretter que les auteurs n'aient point rappelé au début de l'ouvrage, à l'usage des lecteurs étrangers, les techniques unifiées qui leur ont servi de base pour l'étude des diverses espèces. Mais ces quelques remarques n'enlèvent rien à l'intérêt de ce manuel qui a sa place marquée dans tous les laboratoires de microbiologie où il rendra certainement de grands services.

Dr A. Berthelot
de l'Institut Pasteur.

Petit Dictionnaire de Médecine. Termes médicaux. Expressions techniques, par le Docteur E. Dabout, médecin légiste de l'Université de Paris. In-16 de 662 pages à deux colonnes. J.-B. Baillière et Fils, éditeurs, Paris. — Prix : 20 francs.

Les progrès incessants de la médecine imposent la création de mots nouveaux, d'expressions nouvelles, si nombreux même que la lecture de certaines publications est parfois difficile pour des praticiens non spécialisés dans l'étude du sujet exposé. A plus forte raison les esprits cultivés, simplement curieux de s'initier aux choses médicales, sont-ils souvent empêchés de lire avec profit bien des articles de vulgarisation dont les auteurs oublient qu'ils ne s'adressent plus seulement à des confrères. Enfin, beaucoup de praticiens et de débutants sont fréquemment embarrassés quand ils cherchent quelle peut être l'étymologie aussi bien des néologismes que des termes courants de leur vocabulaire. Bien des auteurs ont cherché à venir à l'aide de ces diverses catégories de lecteurs en rédigeant à leur intention des dictionnaires spéciaux, parmi lesquels celui qui est l'objet de cette analyse comptera certainement comme l'un des meilleurs.

Le Dr Dabout y passe en revue plus de douze mille mots concernant non seulement la clinique proprement dite, mais également toutes les sciences médicales. Il en a soigné tout spécialement la partie étymologique et n'a pas manqué d'y indiquer tous les synonymes ; de plus il y a décrit, aussi longuement que le cadre le lui permettait, les grands syndromes, les signes et les réactions que le praticien doit parfaitement connaître. En un mot, l'auteur n'a rien négligé pour mettre entre les mains des étudiants et de leurs aînés un ouvrage répondant exactement à leurs désirs ; j'ai à peine besoin de dire quels grands services ce petit dictionnaire rendra également aux lecteurs des revues de haute vulgarisation scientifique.

A. B.

Practical plant biochemistry, par Muriel Wheldale Onslow. In-8° relié de 194 pages, *Deuxième édition*, Cambridge University Press, Fetter Lane, London E. C. 4. — Prix : 12 Sh. 6 p.

La nouvelle édition de cet intéressant ouvrage comporte 70 pages de plus que la première. Elle a été mise au courant des progrès de la biochimie et enrichie de nombreuses additions portant principalement sur le métabolisme des plantes, les acides végétaux, les cires, les léci-thines, l'inosite, la phytine, les acides nucléiques, et les huiles essentielles. L'auteur y a également introduit des faits qui ont récemment éclairé d'un jour nouveau certains importants problèmes, notamment en ce qui concerne les oxydases.

Cet excellent manuel est destiné aux étudiants, et c'est à leur intention que cent soixante-cinq expériences fort démonstratives y sont décrites avec tous les détails techniques utiles ; mais il rendra également service aux travailleurs des laboratoires de recherches, désireux de se documenter sur quelque point spécial de biochimie végétale. Ils y trouveront de nombreuses indications bibliographiques dont ils apprécieront comme nous l'heureux choix et l'exactitude. A. Berthelot.

British Basidiomycetae. *A Handbook to the larger british fungi*, par Carleton Rea, Membre de la Société mycologique de France, publié sous les auspices de la Société anglaise de Mycologie. In-8° de 799 pages. Cambridge, University Press. C. F. Clay. London, Fetter Lane E. C. 4. — Prix : 30 sh.

Les mycologues français accueilleront certainement avec plaisir cette importante Monographie des Basidiomycètes d'Angleterre, car elle leur rendra de grands services pour la détermination du plus grand nombre des espèces de notre pays. La classification qui y est employée leur sera d'ailleurs familière, puisqu'elle est fondée principalement sur celle que nous a donnée, en 1900, M. Patouillard dans son *Essai taxonomique sur les familles et les genres des Hyménomycètes*. Bien entendu, les travaux plus récents de divers spécialistes ont conduit M. Carleton Rea à introduire dans cette classification de nombreuses modifications, mais celles-ci surprendront d'autant moins les lecteurs français qu'ils y constateront, notamment, l'influence des recherches de nos compatriotes l'Abbé H. Bourdot, A. Galzin et René Maire.

Les 26 premières pages de l'ouvrage sont consacrées à une introduction sur la classification des Basidiomycètes et à des tableaux synoptiques conduisant aux genres représentés dans le flore fongique de l'Angleterre ; à la fin, huit pages ont été réservées à la bibliographie. Tout le reste du volume est occupé par les diagnoses de 2.546 espèces ; dans toutes ces diagnoses très précises, et qui s'étendent même aux variétés, l'auteur n'a pas omis la description des spores, si importante, pas plus d'ailleurs que des indications étymologiques qui aideront à retenir bien des dénominations. A. Berthelot.

Petits poèmes électriques et scientifiques, par Henri Allorge, Préface de Édouard Schuré. In-8° de 150 p. Librairie Académique Perrin et Cie, Paris. — Prix : 10 francs.

Le grand public souscrit volontiers à cette opinion que la science dessèche le cœur et qu'il est un abîme infranchissable entre la science et la poésie. Et cependant, le magnifique poème de Lucrèce n'est-il pas de pure inspiration scientifique ? Ne trouve-t-on pas, tout près de nous, dans l'œuvre de Sully-Prud'homme, de très beaux vers qui traduisent la soif de connaître ? Le merveilleux essor de la science moderne a fourni à M. H. Allorge le thème de pensées profondes sur la nature des êtres et

Digitized by Google

des choses, sur les liens mystérieux entre l'Univers et la Pensée, sur les limites et les lacunes de nos connaissances :

« Mais ce qu'on nomme le Réel
N'est qu'un tableau fait de pâles images,
Un décor, derrière lequel
Est un monde inconnu, qu'ont soupçonné les sages. »

Le courant électrique, l'ampoule à incandescence, le magnétisme, la télégraphie sans fil, le four électrique, l'atome, l'étoile qui meurt, les cristaux, le radium, etc... ont inspiré à M. H. Allorge des poèmes qui font penser.

Comme l'écrit M. É. Schuré dans sa préface : « On lira avec un profond intérêt ce recueil, qui, au lieu de porter le titre austère de *Petits poèmes électriques et scientifiques*, pourrait très bien s'appeler : *A la recherche de l'Ame, à travers la Science.* »

A. Bc.

Ma vie et mon œuvre, par Henry Ford, avec une Préface de M. Victor Cambon. In-8° de XVI-315 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

On n'a pas tous les jours l'occasion de lire les Confessions d'un milliardaire. Qu'on ne manque pas celle-ci. On trouvera dans ce volume non seulement une curieuse autobiographie de ce « self made man », mais aussi une foule de renseignements de première valeur sur les méthodes de fabrication en série, la standardisation et la division du travail, sur la fixation des salaires et des prix, l'organisation de l'atelier, de l'hôpital et de l'école, des chemins de fer, etc... : tout cela joint à des réflexions judicieuses, souvent originales et humoristiques sur l'habitude et l'intelligence, le progrès et la routine, les financiers et les politiciens, l'agriculture, le socialisme, l'anti-sémitisme, le paupérisme, la guerre et l'avenir de la civilisation. Cela ne se résume pas, mais cela mérite d'être médité par quiconque a le souci de comprendre son temps et de jouer un rôle dans son pays.

En dépit de M. Cambon, le grand constructeur d'automobiles nous apparaît à travers ce livre beaucoup moins comme une sorte de surhomme que comme un homme de bon sens, et qui dans toute sa vie de travailleur acharné a osé se montrer tel, ce qui est beaucoup plus rare qu'on ne pense ; et, ce qui est plus méritoire, encore, il y apparaît comme un honnête homme, soucieux jusqu'au scrupule des devoirs de sa situation, qui sont d'autant plus écrasants qu'elle est plus élevée. Que, non content de jouir de ses richesses, il ait considéré comme une obligation de faire profiter l'humanité entière de ses expériences et de ses succès, comment ne pas l'en féliciter et ne pas souhaiter que son exemple soit plus souvent suivi ?

R. Troude.

The purpose of Education, an examination of educational problems in the light of recent scientific research, by St George Lane Fox Pitt. New cheap edition revised and enlarged. In-16 de XXIX-92 pages. Cambridge University Press. — Prix : 4 sh.

Nouvelle édition remaniée d'un ouvrage qui a obtenu un vif succès dans les pays de langue anglaise, sans doute parce qu'il venait à son heure et répondait à un besoin urgent. L'auteur y démontre, avec une sobre éloquence, appuyée sur une connaissance approfondie des sciences bio-psycho-sociologiques, la nécessité de subordonner les buts égoïstes au culte de l'Idéal ; il y fait la critique de l'émulation, de la spécialisation, des préoccupations matérialistes et impérialistes qui engendrent les révolutions et les guerres.

Le lecteur français aura le plaisir de trouver ici, en guise de préface, une admirable lettre où le regretté M. Boutroux présente sur la question ses vues personnelles dans la forme ramassée et lumineuse qui lui était propre ; il y préconise l'indispensable synthèse, pour la formation de l'esprit, de la Religion et de la Science, de l'Intuition et de la Raison.

R. T.

Les problèmes actuels de l'agriculture, par Henri et Joseph Hitier. In-16, 156 pages. Payot, éditeur. Paris. — Prix : 6 fr.

Deux maîtres incontestables et incontestés, les plus qualifiés pour traiter ces sujets ont examiné la répercussion de la guerre sur la situation de l'agriculture. Tant de rouages faussés ou à jamais cassés dans notre pendule économique, cela nous oblige à examiner tous les problèmes avec une attention et une compétence tout à fait spéciales.

Mode d'exploitation, aménagement du sol, organisation du travail, la place à faire à l'association, le rôle de la science. Sous ces titres les questions les plus brûlantes : main-d'œuvre, machinisme, remembrement, etc... sont examinées avec une perspicacité, un bon sens qui plaisent et qui éviteront bien des errements.

Je recommande la lecture de cet ouvrage aux agriculteurs certes, mais aussi aux membres du Parlement...

L. R.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Henri Piéron. — L'année psychologique. In-8 de 692 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Maurice Perrin et *Paul Perrin.* — Les Eaux minérales, leurs modes d'action, leur emploi. In-18 de 280 pages, avec figures (*Bibliothèque des connaissances médicales*). — Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Gustave Verriest. — Cours de mathématiques générales à l'usage des étudiants en sciences naturelles, 2e partie. In-8 de 388 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

Dauvillier. — La technique de Rayons X. In-8 de 191 pages. Edité par la Société « Journal de Physique ». — Prix : 22 fr. 50.

S. B. Mc Laren. — Scientific papers Mainly on electrodynamics and natural radiations. In-8 de 112 pages. Cambridge University Press. — Prix : 8 sh. 6 p.

L. R. E. Menges. — Nouvelles vues Faraday-Maxwelliennes (Supplément : *Sur la propagation de la lumière*). In-4 de 44 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Léon Bloch. — Ionisation et résonnance des gaz et des vapeurs. In-8 de 223 pages. Edité par la Société « Journal de Physique ». — Prix : 25 francs.

H. Bouasse. — Optique cristalline. Double réfraction. Polarisation rectiligne et elliptique. In-8 de 482 pages. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 34 francs

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers
Bureaux à Paris, 15, Rue du Laos (XV°)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 9 — 63e ANNÉE — 9 MAI 1925

LES REPTILES DINOSAURIENS D'APRÈS DE RÉCENTES DÉCOUVERTES

Les Dinosauriens groupent les grands Reptiles terrestres des temps secondaires. Ils forment un ordre très spécialisé, dont la physionomie diffère profondément de celle des Vertébrés qui vivent aujourd'hui autour de nous. La reconstitution de leur morphologie générale a fait, dans ces dernières années, d'importants progrès grâce aux fouilles méthodiques poursuivies aux États-Unis, en Afrique du Sud, en Chine, etc. Leur connaissance a été vulgarisée dans le Nouveau Monde par les publications de l'American Museum of Natural History et notamment par le guide intitulé *Dinosaurs* de W. D. Matthew, paru il y a une dizaine d'années; depuis, bien des découvertes ont été réalisées dans la reconstitution de ce curieux monde animal. Ce sont surtout l'Afrique et l'Asie qui ont apporté à notre documentation sur les Dinosauriens des éléments aussi nouveaux qu'intéressants.

1. *Les Dinosauriens triasiques du Karoo (Afrique du Sud).* — Les nombreuses données que nous possédons maintenant sur les Vertébrés du Permo-Trias du Karoo (Afrique méridionale) permettent de se rendre compte, pour les Dinosauriens comme pour les Mammifères, des phases de début de leur évolution. Les crânes et les squelettes qui ont été découverts dans le Sud du continent éthiopien se trouvent dans les dépôts formés au milieu de plaines d'inondation ou de vallées plus ou moins submergées et soumis, lors de leur consolidation, à la constante action du vent. En majorité, les Reptiles s'y révèlent comme des types de régions sèches, arides ou désertiques : aussi a-t-on comparé au loess les sédiments qui recèlent ces fossiles et a-t-on admis leur relation avec les glaciers anthracolithiques déterminés par la large extension d'un climat très froid. On sait que le Karoo comprend une série inférieure (Dwyka = Carbonifère ; = Ecca

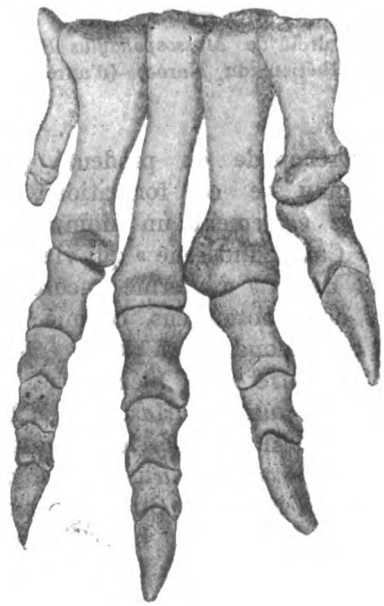


FIG. 161. Pied droit de *Gryponyx africanus* (Dinosaurien du Rhétien du Karoo) (d'après R. Broom). 1/29 gr. nat.

Permien), une série moyenne (Beaufort = Permo-Trias) et une série supérieure (Stormberg = Rhétien).

R. Broom voit dans *Euparkeria*, Archéosaurien de la zone à *Cynognathus* (assise terminale de la partie supérieure de la série de Beaufort = Trias

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

supérieur), un ancêtre des Dinosauriens carnivores et un contemporain du plus ancien Mammifère sud-africain *Karoomys*. Dans la série de Stormberg, équivalent du Rhétien, viennent, au-dessus des couches de Molteno, les assises rouges à petits Théropodes (*Massospondylus*, *Gryponyx*, etc.) analogues aux Dinosauriens carnivores du Trias d'Europe (fig. 161-162). Un seul Dinosaurien

Fig. 162. Pied droit de *Massospondylus Harriesi* (Dinosaurien du Rhétien du Karoo) (d'après R. Broom). 1/35 gr. nat.

herbivore, orthopode ou prédenté (*Geranosaurus*) est connu de ces formations, dans lesquelles existe également un Mammifère (*Trityllodon*). Le « Cave Sandstone » qui vient au-dessus des « Reed Beeds » renferme encore des types particuliers de Dinosauriens, comme *Thecodontosaurus* : il correspond à un dépôt éolien comparable aussi à notre loess pléistocène.

2. *Les Dinosauriens triasiques d'Europe et d'Amérique.* — En Europe, les Dinosauriens les plus anciens, *Thecodontosaurus* et *Tanystrophæus*, apparaissent dès le début du Trias moyen (Muschelkalk) ; ils persistent au milieu et à la fin de cette période où un troisième type vient s'adjoindre à eux, *Zanclodon* : à ces quelques genres s'en ajoutent huit autres au Trias supérieur.

Ce sont surtout deux gisements d'Allemagne, Halberstadt et Trossingen, qui ont, grâce à de récentes découvertes, fait progresser nos connaissances sur les Dinosauriens archaïques d'Europe. Ils ont conduit F. von Huene à distinguer un premier groupe, les Célurosauriens réunissant surtout des formes triasiques, et un second groupe, les Pachypodosauriens, où se trouvent assemblés les types desquels ont divergé les Théropodes et les Sauropodes. Il est curieux de constater que le genre peut-être le plus primitif de ces Dinosauriens est *Saltopus* du Trias d'Elgin (Écosse), localité dont les analogies fauniques avec le Trias sud-africain sont frappantes, comme l'étaient celles des gisements de la Dwina (Pologne) avec le Permien sud-africain.

Parmi les Célurosauriens, *Procompsognatus* est un petit animal du Trias supérieur du Würtemberg, long de 0 m. 75, tout à fait analogue à *Compsognathus* du Tithonique du Palatinat. Au nombre des Pachypodosauriens se trouvent : *Teratosaurus* qui présente un entrelacement des côtes ventrales, *Thecodontosaurus*, au corps élancé, mesurant 2 m. de long, *Plateosaurus*, dont la taille atteint 5 m. 75, etc.

Enfin dans l'Amérique du Nord, nous ne connaissons de Dinosauriens qu'à partir du Trias supérieur. En général tous les genres de ce groupe de Reptiles sont, au début des temps secondaires, spéciaux les uns à l'Europe (Écosse ou France et Allemagne), les autres aux États-Unis ou à l'Afrique méridionale. Les seuls types triasiques se reliant intimement aux grands groupes jurassico-crétacés sont localisés dans l'Amérique du Nord : *Anchisaurus* y représente les Théropodes, *Nannosaurus* et *Geranosaurus* les Orthopodes.

3. *Les Dinosauriens jurassico-crétacés du Tendaguru (Est africain).* — En Afrique orientale, le district du Tendaguru était habité, à la fin du

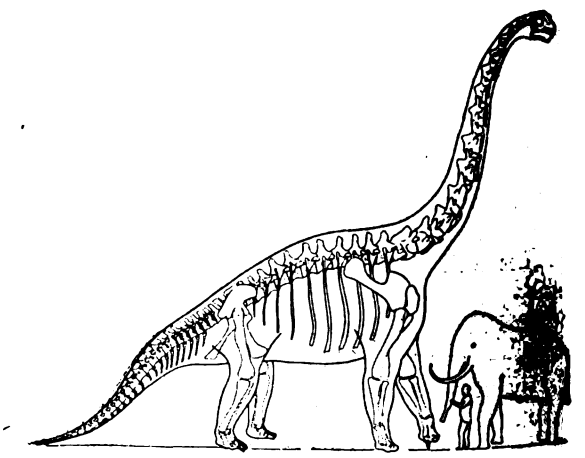


Fig. 163. *Brachiosaurus* (le plus grand Dinosaurien connu : Jurassique supérieur de l'Afrique Orientale et de l'Amérique du Nord) (d'après W. D. Matthew). 1/130 gr. nat.

Jurassique et au début du Crétacé, par des Dinosauriens dont on connaît déjà une demi-douzaine de types représentés par leurs squelettes complets et quelques autres insuffisamment reconstitués. Dans cette région du territoire du Tanganyika, des sédiments en partie continentaux du Kimmeridgien se continuent jusqu'au Crétacé inférieur avec les mêmes caractères. L'ensemble des dépôts du

Digitized by Google

Tendaguru est formé en effet d'alternances de dépôts d'eau douce et de dépôts marins d'eau peu profonde. Les plus anciennes assises qui correspondent au Jurassique supérieur, contiennent à la base des restes de Dinosauriens, puis au-dessus des coquilles de *Nerinea* et des Céphalopodes de la faune de Katrol (Inde) indiquant une formation

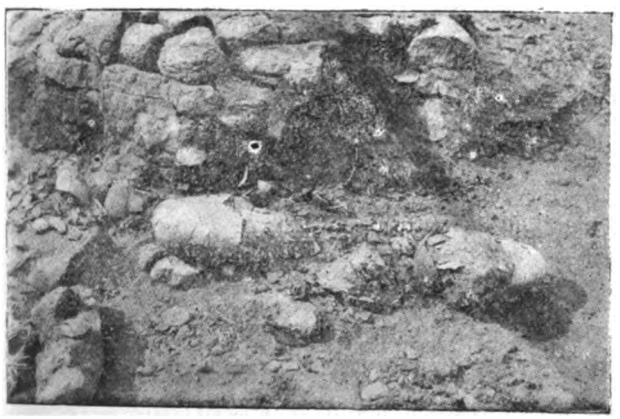


Fig. 164. Ponte de *Protoceratops Andrewsi*. (Dinosaurien récemment découvert à la base du Crétacé supérieur de Mongolie) (d'après R. C. Andrews) (Extr. de l'*Illustration*.

marine. On trouve ensuite deux horizons à Dinosauriens qui alternent encore avec des grès marins à Trigonies : tandis que les assises moyennes à Dinosauriens et à Trigonies correspondent au Jurassique terminal, les assises supérieures doivent être parallélisées avec le Néocomien.

Dans le milieu des Dinosauriens du Tendaguru,

Fig. 165. Œuf de *Protoceratops Andrewsi* montrant un embryon qu'indique la tache blanche d'une extrémité (Dinosaurien récemment découvert, à la base du Crétacé supérieur de Mongolie) (d'après R. C. Andrews) (Extr. de l'*Illustration*).

les Sauropodes tenaient une place prépondérante, tandis que les Orthopodes y étaient faiblement représentés. Parmi les premiers, *Brachiosaurus Brancai* arrivait à une taille plus considérable que celle de tous les Reptiles connus ; son humérus atteignait 2 m. 10 de hauteur, alors que celui de *Diplodocus* mesurait seulement 0 m. 95. Le genre africain a été retrouvé dans la formation de Morrison au milieu des grandes plaines du Colorado, du Wyoming et de l'Utah (fig. 163). Les faunes du Tendaguru et de Morrison présentent d'ailleurs à peu près les mêmes facies d'adaptation et approximativement le même âge : elles nous fixent donc sur la biogéographie de cette époque, qui ne témoigne pas de relations étroites entre les deux continents éthiopien et nord-américain.

4. *Les Dinosauriens du Crétacé supérieur de Mongolie.* — Les récentes missions organisées par l'American Museum of Natural History en Mongolie, ont permis de découvrir en Asie des faunes

Fig. 166. Œuf brisé d'*Hypselosaurus* (Dinosaurien du Crétacé supérieur de Rognac, Provence) (Muséum de Marseille, d'après une photographie obligeamment communiquée par M. J. Repelin) 1/2 gr. nat.

de Dinosauriens aussi intéressantes que celles reconnues dans ces dernières années en Afrique.

Sur le territoire chinois, l'horizon le plus ancien de la série d'assises où se trouvent des restes de Reptiles est celui de Dja-doch-ta, qui est caractérisé par *Protoceratops Andrewsi*. Cet ancêtre des Dinosauriens cératopsiens et ankylosauriens, est connu aujourd'hui non seulement par son squelette long de 16 cm., mais encore par ses pontes parfaitement conservées dans un dépôt rappelant le loess quaternaire de la région, où abondent précisément les œufs d'Autruches. La découverte par R. C. Andrews d'œufs de *Protoceratops* est venue confirmer l'opinion déjà suggérée par les paléontologistes français de l'oviviparité de certains types au moins de Dinosauriens, à la suite de la rencontre d'œufs d'*Hypselosaurus* dans le Danien de Rognac (fig. 164 à 166) : l'attribution des pontes de la formation de Dja-doch-ta à *Protoceratops* est rendue indiscutable par l'observation, à l'intérieur d'un des œufs du squelette, d'un embryon de ce type de Reptile. Les auteurs américains avaient d'abord placé l'horizon de Dja-doch-ta dans le Crétacé inférieur ; ils le regardent aujourd'hui comme contemporain de début du Crétacé supérieur : les Reptiles y appartiennent notamment au groupe des Cératosauriens (fig. 167), qui, connu jusqu'à ce jour seulement

Digitized by Google

de l'Amérique du Nord, débute dans le Nouveau Monde au niveau de Belly River, c'est-à-dire à l'époque de notre Maestrichtien. En Chine, ces Reptiles sont apparus plus tôt, mais rien n'indique qu'ils remontent au Crétacé inférieur.

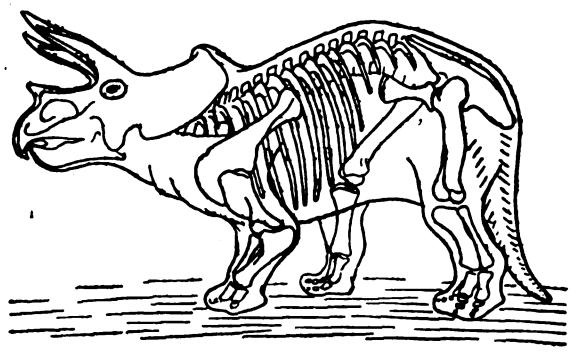


FIG. 167. Restauration d'un Cératosaurien (*Triceratops* de la formation de Lance : Crétacé supérieur nord-américain (d'après W. D. Matthew). 1/60 gr. nat.

A coté de *Protoceratops*, divers *Théropodes* ont été découverts : *Velociraptor*, de petite taille,

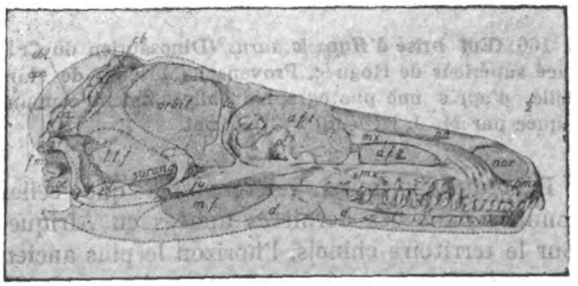


FIG. 168. Crâne et mandibule de *Sauropnithoides mongoliensis*, Dinosaurien à tête d'Oiseau du Crétacé supérieur de Mongolie (d'après H. F. Osborn) 1/2 gr. nat.

à allure de carnivore, aux mouvements rapides et *Saurornithoides*, remarquable par sa tête d'Oiseau (fig. 168) ; avec ces curieux Mégalosauriens, vivait

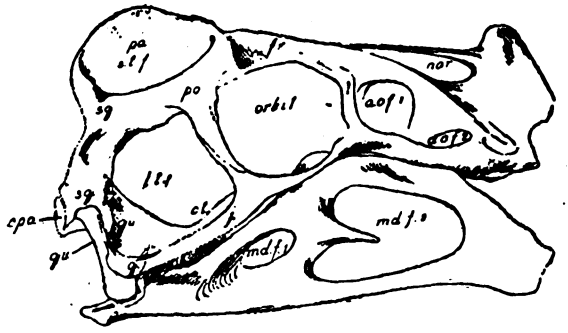


FIG. 169. Crâne et mandibule d'*Oviraptor philoceratops*, Dinosaurien oviphage du Crétacé supérieur de Mongolie (d'après H. F. Osborn).

un Ornithomimidé, *Oviraptor*, à tête courte et mâchoires édentées (fig. 169) ; découvert couché sur un nid d'œufs de Dinosauriens, le squelette de cet animal nous révèle une scène du plus lointain

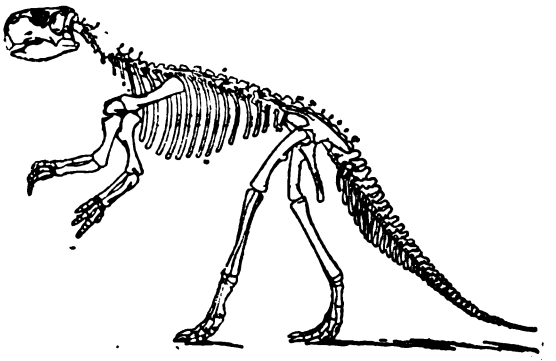


FIG. 170. Squelette reconstitué de *Psittacosaurus mongoliensis*, Dinosaurien à bec de perroquet du Crétacé supérieur de Mongolie (d'après H. F. Osborn). 1/16 gr. nat.

passé du pays de Gobi, déjà désert au Crétacé comme de nos jours et peuplé alors de Reptiles

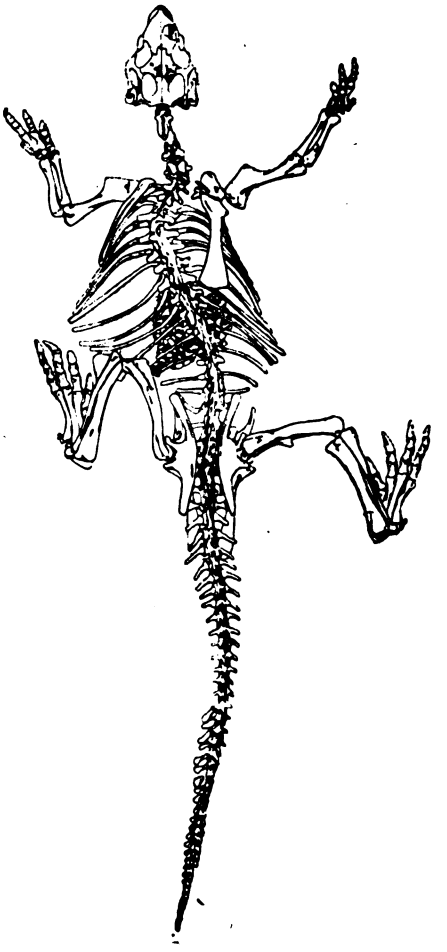


FIG. 171. *Protiguanodon mongoliense* du Crétacé supérieur de Mongolie (d'après H. F Osborn). 1/16 gr. nat.

coureurs à allure d'Oiseaux, comme il l'a été plus tard d'Autruches.

Au-dessus du Dja-doch-ta vient la formation

Digitized by Google

d'Ashile à *Psittacosaurus mongoliensis* (fig. 170), petit Dinosaurien de 1 m. 30, à bec de perroquet,

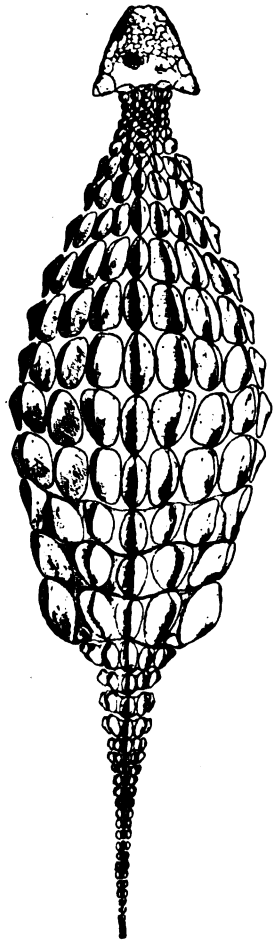


Fig. 172. Restauration de l'armature dermique de *Ankylosaurus magniventris* (Dinosaurien cuirassé du Crétacé supérieur nord-américain) (d'après B. Broown). 1/68 environ gr. nat.

qui par la forme générale triangulaire de sa tête, large en arrière, étroite en avant, fait songer à *Protoceratops*.

Les assises d'Ondai Sair, qui couronnent celles d'Ashile, sont caractérisées par *Protiguanodon mongoliense* (fig. 171) qui rappelle, comme son nom l'indique, les Iguanodontes du Crétacé inférieur de Bernissart (Belgique), bien qu'il offre

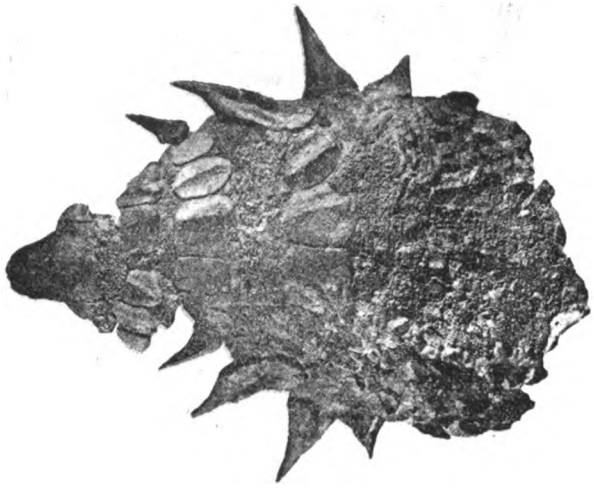


Fig. 174. Armature dermique de *Paleoniscus*. Dinosaurien cuirassé du Cretacé supérieur nord-américain (d'après W. D. Matthew).

aussi des analogies marquées avec *Psittacosaurus*. *Protiguanodon* présente une adaption à la vie bipède moins nette que celle d'*Iguanodon*; cependant le genre chinois est géologiquement plus jeune que celui d'Europe.

Le terme le plus élevé du Crétacé de Mongolie, l'horizon d'Iren Dabasu a également présenté des squelettes de Dinosauriens, les uns d'un type bipède d'Orthopode, les autres appartenant à plusieurs genres de Théropodes, non encore décrits.

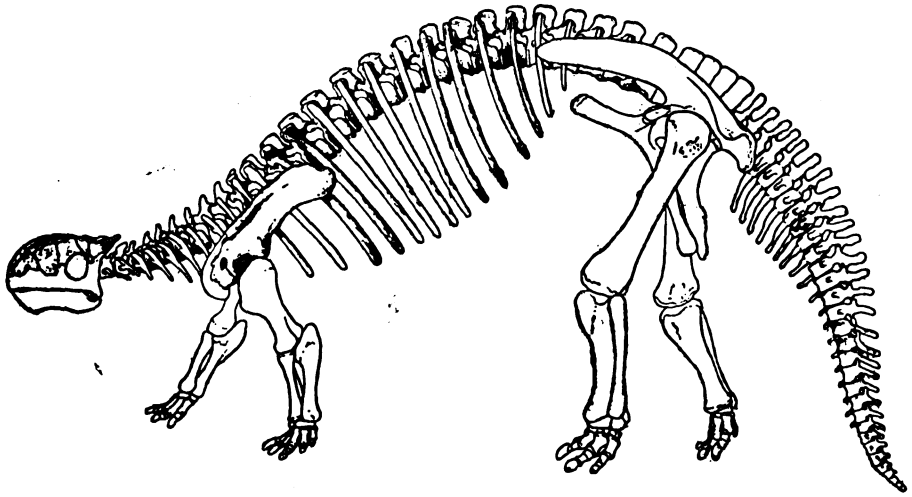


Fig. 173. Restauration du squelette de *Ankylosaurus magniventris* (Dinosaurien cuirassé du Crétacé supérieur nord-américain) (d'après R. Broown) 1/50 environ gr. nat.

Digitized by Google

Ainsi le cœur du pays sinien nous apparaît, grâce aux récentes explorations américaines, comme

Fig. 175. Reconstitution de *Palæoniscus* (d'après E. M. Fulda).

ayant été le centre d'évolution de toute une série de Reptiles assez étroitement apparentés à des

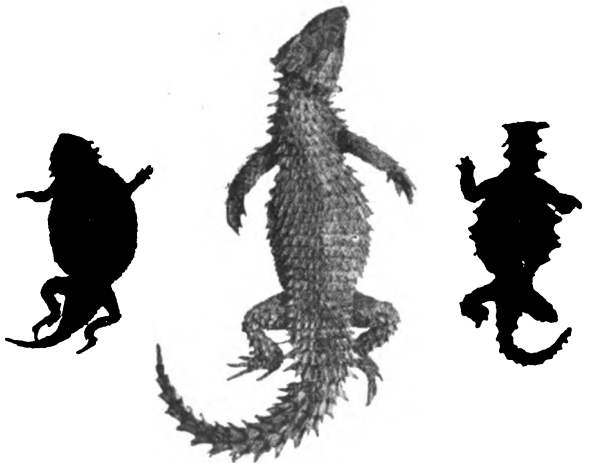


Fig. 176. Trois Lézards actuels : *Phrysoma*, lézard cornu des États-Unis de l'Ouest (à gauche) ; *Zonurus*, Lézard épineux de l'Afrique du Sud (au milieu) ; *Moloch*, Lézard des déserts d'Australie (à droite). Ces Lacertiliens rappellent, en miniature, les derniers Dinosauriens (d'après W. D. Matthew).

formes du Nouveau Monde. Les relations bio-géographiques que nous constatons entre les milieux continentaux du Centre asiatique et des États-

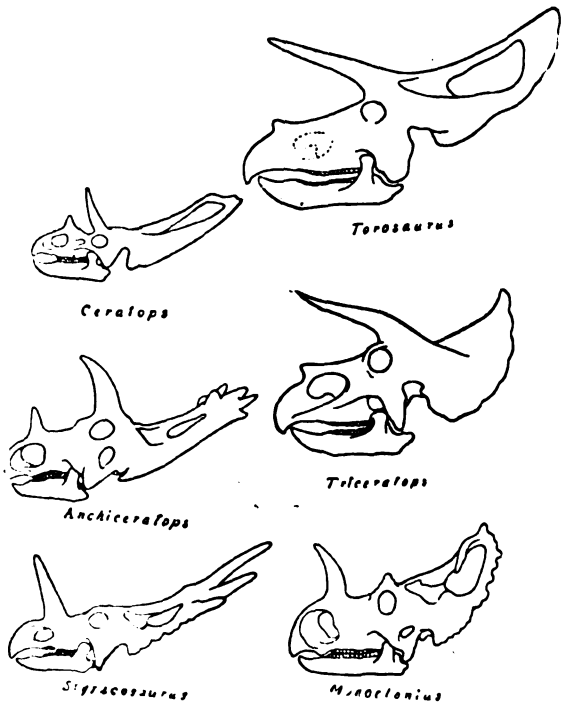


Fig 177. Les Dinosauriens cornus du Crétacé supérieur nord-américain (d'après W. D. Matthew).

Digitized by Google

Unis de l'Ouest, aux temps tertiaires, existaient donc déjà à la fin des temps secondaires. Le chemin qu'ont dû suivre les Dinosauriens cornus du

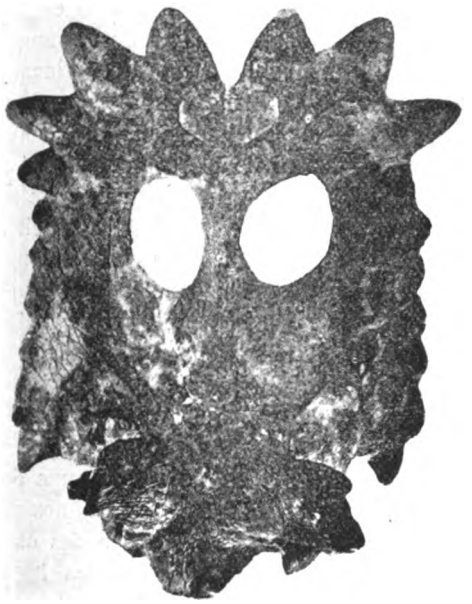


Fig.178. *Anchiceratops ornatus*. Crâne vu par en haut (d'après R. Brown). 1/18 gr. nat.

groupe des Cératosauriens pour aller, vers le milieu ou à la fin des temps crétacés, du Gobi au

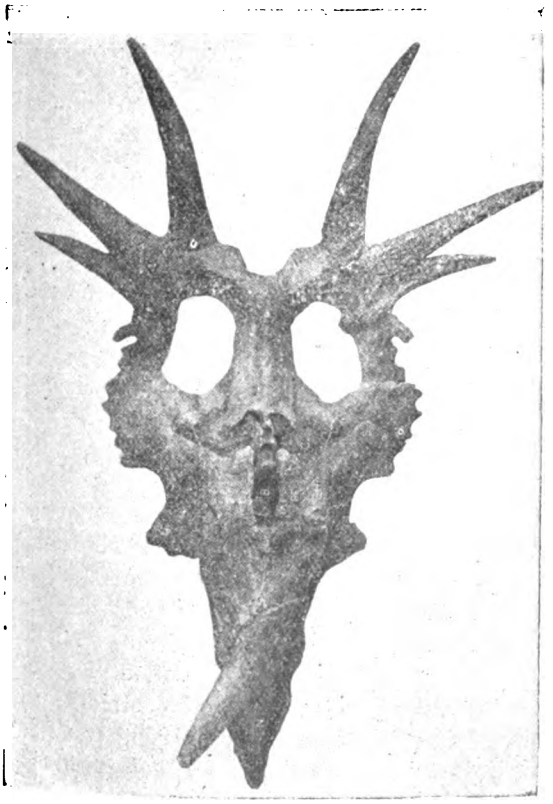


Fig. 179. *Styracosaurus albertensis*. Crâne vu par en haut (d'après L. M. Lambe). 1/18 environ gr. nat.

Far West, passait sans doute par un continent Pacifique septentrional ou hawaïen; de même la voie empruntée par *Miolania*, curieuse Tortue terrestre armée aussi de cornes, pour se rendre à cette époque de la Patagonie au Queensland, utilisait une vieille terre sud-pacifique ou polynésienne.

5. *Les Dinosauriens cuirassés ou cornus du Crétacé supérieur nord-américain.* — A côté des Dinosauriens cornus si caractéristiques de la fin des temps crétacés vivaient des Dinosauriens cui-

Fig.180. *Corythosaurus casuarius*, Dinosaurien à crête du Crétacé supérieur du Canada (d'après R. Brown).

rassés, les Ankylosauriens (fig. 172 et 173). L'un des plus remarquables d'entre eux, *Palæoniscus* (fig. 174 et 175) de la Red Deer River (Alberta), devait être vraiment étrange avec les fortes épines implantées sur ses flancs : son aspect rappelait celui de certains Lézards actuels des régions désertiques (fig. 176), mais avec des proportions comparables à celles qu'offrent de nos jours les Hippopotames. Ces curieux Ankylosauriens marquent la dernière étape de l'évolution des Dinosauriens. Encore plus spécialisés, semble-t-il, que les Cératosauriens, ces Reptiles se sont individualisés immédiatement avant la disparition définitive des Dinosauriens; l'extrême variété de formes des Cératosauriens et des Ankylosauriens correspond donc à l'ultime stade de différenciation des Vertébrés terrestres du Secondaire (fig. 177 à 179).

Vus dans leur ensemble, les Dinosauriens constituent-ils un ordre naturel? A la réponse affirmative que l'on faisait récemment encore en paléontologie à cette question, F. von Huene répond aujourd'hui par la négative. D'après le

Digitized by Google

savant allemand, il y a lieu de distinguer dans ce groupe deux ordres distincts et relativement éloignés l'un de l'autre : 1° les Théropodes ou carnassiers et les Sauropodes ou herbivores, quadrupèdes formant l'ordre des Saurischiens ; 2° les Orthopodes, Ornithischiens ou Prédentés constituant un ordre d'herbivores bipèdes [*Iguanodon*, *Corythosaurus* (fig. 180), *Trachodon*, *Stegosaurus*, *Polacanthus* Cératosauriens et Ankylosauriens]. Les Dinosauriens seraient, dans le monde des Reptiles, l'équivalent de ce qu'étaient, dans les anciennes classifications, les Pachydermes de la classe des Mammifères. L'identité des principaux traits de la morphologie des deux grands groupes de Dinosauriens résulterait d'une commune adaption aux milieux proches des nappes d'eau continentale, à l'ère secondaire ; c'est précisément aussi le cas des Pachydermes qui correspondent à la réalisation de ce même comportement au cours des temps tertiaires.

L. Joleaud,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

REVUE INDUSTRIELLE

L'INDUSTRIE HOUILLÈRE. — SON DÉVELOPPEMENT ; SES RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE.

Introduction. — Nos richesses houillères. Leur mise en valeur.

Il est banal de rappeler que notre pays manque de combustible. Quand on compare nos richesses houillères à celles des autres grands pays, nos chiffres font piètre figure.

Laissant de côté l'Amérique avec 2.000 milliards de tonnes, il faut citer l'Allemagne avec 410 milliards de tonnes sans compter les lignites, l'Angleterre avec 190 milliards de tonnes, la Russie avec 60 milliards, l'ancienne Autriche-Hongrie avec 54 milliards. La France n'arrive que bien après avec 17 milliards de tonnes et il est peu probable que les découvertes à venir en Lorraine et sous la plaine lyonnaise accroissent beaucoup ce chiffre.

Or, avant-guerre, avec une production annuelle de 40 millions de tonnes, nous consommions 60 millions de tonnes de combustible.

Si l'on peut espérer par une mise en œuvre plus intensive, une main-d'œuvre plus abondante, arriver à produire 60 millions de tonnes d'ici quelques années, il faut admettre que nos besoins se seront d'ici-là considérablement accrus.

L'exploitation de nos chutes d'eau ne suffira certes pas à combler le déficit, et il est probable que nous resterons tributaires de l'étranger.

C'est donc un problème d'ordre national que de savoir utiliser avec le maximum de rendement les ressources restreintes que nous possédons, pour éviter tout achat inutile à l'étranger. Il faut extraire notre houille, en dépensant pour ce faire le moins possible de cette même houille, il faut chercher à utiliser toutes nos qualités de charbons, même les plus inférieures, très cendreuses. Il faut utiliser la houille extraite avec le maximum de méthode, la carbonisant, en plusieurs temps, la distillant afin d'en retirer tous les produits précieux, coke, goudrons, huiles, benzol, pétrole peut-être, énergie électrique.

Il faut enfin exécuter ce programme dans des conditions économiques telles que nos produits puissent supporter la concurrence des étrangers : problème qui nécessite toute notre ingéniosité, car les conditions naturelles d'extraction sont loin dans nos bassins houillers d'être aussi favorables qu'à l'étranger : si le rendement journalier par homme employé au fond est chez nous inférieur à 800 kilos, il est de 1.200 kilos en Grande-Bretagne, de plus de 4.000 kilos aux États-Unis. Ces chiffres montrent, notre compétence technique n'étant pas en jeu, l'influence considérable des circonstances naturelles qui jouent ici encore en notre défaveur.

Il faut donc exposer ci-après les conditions dans lesquelles notre industrie houillère doit se développer dans l'intérêt général du pays.

I. — LES CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPLOITATION HOUILLÈRE

L'Industrie houillère est loin de posséder les caractéristiques des grandes industries mécaniques où la matière première, traitée dans des conditions rigoureusement invariables, subit un cycle de transformations établi scientifiquement à l'avance, d'après des règles étudiées expérimentalement.

Là, l'étude scientifique, l'expérience sont tout et la valeur personnelle de l'ouvrier s'efface devant le machinisme et les processus de fabrication.

Ces industries sont, pour prendre une comparaison, les analogues des sciences expérimentales.

L'industrie houillère au contraire serait à rapprocher des sciences d'observation. Les théories y sont vaines en général, car contredites par les faits. Les conditions naturelles sont peu transformables expérimentalement. Par l'observation seule, on a prise sur les phénomènes naturels.

Ce sont là les caractères même de l'industrie houillère.

Digitized by Google

Les conditions naturelles du gisement houiller y sont primordiales et fort variables.

Toute exploitation qui commence est un fait à observer, à étudier pour déterminer le meilleur mode d'extraction, et ce problème est toujours un problème nouveau.

Quelles que soient les règles générales de cette industrie, aussi raisonnées que possible, quelles que soient les machines mises en œuvre, l'ingénieur, le contremaître, l'ouvrier mineur en sont l'organe principal : c'est de leur capacité technique et professionnelle que dépend pour la plus grande part la bonne marche de l'extraction.

Le problème de la main-d'œuvre est donc primordial pour l'industrie houillère, peut-être plus qu'ailleurs.

En mettant cette main-d'œuvre dans les conditions les plus favorables d'hygiène, de sécurité, de durée de travail, de facilité de travail, on accroîtra le rendement de l'ouvrier.

Voilà donc les points sur lesquels l'effort doit être tenté, effort sans limite d'ailleurs et que l'on va succinctement exposer.

La modernisation de l'extraction sera essentiellement la recherche de l'accroissement de la productivité de l'ouvrier dans les meilleures conditions de travail :

Donc :

1° Amélioration de l'hygiène et de la sécurité au chantier ;

2° Accroissement de la vitesse d'extraction, conjointement à la diminution de l'effort physique de l'ouvrier (soit par facilité de travail, soit par diminution de durée).

Le tout devant conduire à l'abaissement du prix de revient.

L'étude de ces divers points montrera l'importance :

De l'organisation systématique des travaux et chantiers, donc de l'étude scientifique du travail.

De la modernisation de l'outillage et de son développement.

1° *Les conditions d'hygiène.* — Le profane a toujours à la mémoire, lorsqu'on parle de mine, les éloquentes et terrifiantes pages de *Germinal* et il se demande encore avec effroi comment des hommes peuvent choisir volontairement un métier aussi pénible et dangereux que celui du mineur.

Nous sommes loin des temps où les Romains faisaient de leurs prisonniers de guerre des esclaves besognant dans les profondeurs des mines de Sardaigne.

L'ouvrier mineur travaille aujourd'hui dans des conditions assez satisfaisantes.

La chaleur, le manque d'air, les voies de communications exigües et mal entretenues, l'obscurité, étaient les grandes imperfections à surmonter. Elles le sont actuellement grâce à la création de véritables torrents d'air frais qui, descendant par un puits, pénètrent au plus profond des travaux souterrains, circulent en remontant tout le long des chantiers et retournent aspirés par de puissants ventilateurs actionnés électriquement, installés sur des puits spéciaux de retour d'air.

Il n'est pas rare de constater une circulation d'air frais correspondant à 100 et même 150 litres par seconde et par ouvrier.

Bien des usines ordinaires sont loin de posséder une aération aussi bonne.

Aussi, le courant d'air est-il vif dans les grandes galeries de circulation de 3 à 4 mètres de largeur, généralement maçonnées et bétonnées, semblables en petit à des tunnels du métro ; l'atmosphère est bonne dans les chantiers.

On ne rencontre plus guère d'ouvriers travaillant nus des pieds à la tête, et suant à grosses gouttes.

L'ouvrier et le patron y ont gagné pareillement :

Fig. 181. — Mines de Lens — Fosse n° 11 *bis*. — Puits d'aérage.

toute amélioration d'hygiène est un gain certain de rendement.

La création de larges voies de circulation, aux parois lisses, est également intéressante pour faciliter l'aérage des travaux.

On compte aujourd'hui ces galeries par dizaine de kilomètres.

C'est ainsi qu'en 1923, dans les mines du Pas-de-Calais seulement, existaient 102 kilomètres de voies bétonnées.

Nous ne parlons pas ici de leur nécessité pour établir des transports au fond fonctionnant avec sûreté et rendement.

Les dépenses nécessitées par ces travaux, stériles pour la plupart au point de vue production directe de charbon, sont donc loin d'être improductives

Digitized by Google

par les facilités d'hygiène, de déplacement, de roulage qu'elles permettent.

L'aérage des travaux a été également très nettement amélioré par l'abandon de plus en plus grand, exigé d'ailleurs par le Contrôle des Mines, des méthodes d'exploitation sans remblai. Les vides créés par l'enlèvement du charbon doivent être bouchés de rocs stériles qui sont non seulement une sécurité au point de vue du maintien du terrain, mais qui évitent les fuites d'air par court circuit et permettent de guider avec sécurité, le courant d'air frais jusqu'aux chantiers en activité.

FIG. 182. — Siège 6. — Lampisterie électrique de Bruay.

Enfin, l'amélioration porte également sur l'éclairage : aux lampes fumeuses et peu sûres d'autrefois, ont été substituées des lampes de sûreté à flamme, à essence généralement, puis des lampes électriques.

Actuellement, les lampes électriques de sûreté à accumulateurs se développent de plus en plus.

Certaines compagnies emploieront d'ici quelques années uniquement des lampes électriques dont les avantages tant au point de vue sécurité (vis-à-vis du grisou) qu'éclairage sont incontestés. Voir plus clair est une commodité pour l'ouvrier et le travail y gagne en facilité.

Les conditions de sécurité sont connexes des conditions d'hygiène du travail et nous ne saurions nous étendre longuement sur ce sujet sans sortir du cadre que nous nous sommes tracés.

Du fait, d'une part, d'une surveillance serrée de l'Administration, d'autre part du souci des exploitants d'observer strictement les règles édictées, les statistiques montrent qu'en France il y a une moyenne d'accidents mortels sensiblement analogue à celle de la Belgique (0,93 % en 1921) et seulement les deux tiers de l'Angleterre et le quart de la Prusse et des États-Unis.

Les chiffres suivants viennent établir par ailleurs que les risques courus par les mineurs sont inférieurs à ceux de beaucoup d'autres travailleurs, et combattre ainsi une légende tenace.

Ce sont les taux moyens appliqués par une Compagnie d'assurance belge contre les risques professionnels :

Mineurs : 3,5 %.
Ouvriers des hauts-fourneaux : 3 %.
Ouvriers de charpente et de ponts : 8 à 10 %.
Menuisiers travaillant aux machines : 7,5 %.
Menuisiers : 4 %.
Camionneurs : 3,5 %.
Ouvriers chimistes : 1,5 à 2,5 %.

La statistique des accidents au fond de la mine montre d'ailleurs que ce sont les accidents par éboulement qui sont les plus fréquents (40 %), puis les accidents de roulage et transport du charbon (20 %).

Les grands dangers, grisou et poussières, sont combattus avec succès :

Grisou par l'amélioration de l'aérage qui dilue, dans des volumes considérables d'air, le gaz dangereux, et par l'aérage secondaire mécanique des culs-de-sac.

Poussières : Depuis qu'a été reconnu, après la catastrophe de Courrières, le danger des dépôts de poussière qui, soulevés par une chasse d'air, créent des nuages explosibles ; la lutte s'est poursuivie par la création d'arrêts-barrages, qui contiennent en dépôt un amas considérable de poussières stériles, pouvant être soulevé lors d'une explosion et créant écran protecteur. Tout quartier indépendant doit être ainsi isolé.

Enfin, la sécurité à ce point de vue a surtout été recherchée :

Pour les mines à couches de houille peu épaisses par la schistification généralisée : C'est ainsi qu'avec de la craie broyée, on rend inoffensifs, par mélange, les dépôts de poussières de charbon des voies de communication.

En moyenne dans le Pas-de-Calais, 54 % des voies sont ainsi neutralisées.

Pour les mines à couches puissantes, on munit les voies de canalisations d'eau sous pression servant au double but de la lutte contre les poussières et contre les feux possibles : De 1922 à 1923, les mines du bassin de la Loire ont augmenté de 27 à 45 kilomètres les voies ainsi équipées.

Nous voyons en définitive que, tant au point de vue de l'hygiène qu'au point de vue de la sécurité, il est nécessaire d'employer un outillage considérable et une force motrice abondante :

Circulation de gros volumes d'air par ventilateurs aspirants puissants.

Transport de roches stériles pour le remblai.

Digitized by Google

Installation de canalisations d'air comprimé pour l'aérage des culs-de-sac.

Installation de canalisations d'eau pour la lutte contre les poussières.

Déjà apparaît l'importance primordiale que prend l'équipement d'une mine au point de vue mécanique et force motrice. L'étude des conditions actuelles d'extraction le montrera encore plus clairement.

II. — ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTION

Nous avons indiqué tout à l'heure l'importance nationale de l'accroissement de notre production de charbon.

Trois considérations seront à ce point de vue à indiquer :

La durée du travail ;

Le nombre d'ouvriers employés à l'abatage du charbon, c'est-à-dire le nombre d'ouvriers productifs par rapport aux autres ouvriers.

La productivité de l'ouvrier à l'abatage.

1° *La durée de travail.* — La journée de 8 heures est venue réduire la durée effective de travail, au fond, de l'ouvrier.

C'est un bien incontestable, car l'évolution de l'industrie doit conduire certainement :

non seulement à l'accroissement de la productivité de l'ouvrier ; mais également à la diminution de son effort. La durée de travail actuelle est, de l'avis de tous les médecins et hygiénistes, mieux adaptée à la constitution moyenne de l'ouvrier mineur.

Mais à l'heure actuelle, malgré la modernisation de l'outillage et le développement des engins mécaniques, il n'y a pas gain de production horaire ; la quantité de charbon abattue par ouvrier à veine et par heure est sensiblement restée ce qu'elle était avant la loi de 8 heures.

Les exploitants des mines ont donc recherché, dans le cadre de la journée de 8 heures, la diminution des temps perdus :

a) Diminution de durée du voyage de descente ou de remonte du personnel, puisque les 8 heures sont comptées du premier ouvrier descendu au puits jusqu'au dernier ouvrier remonté après le travail.

L'effort a porté à ce point de vue :

Sur l'équipement de tous les puits, même les puits accessoires, en puits de descente des ouvriers, afin de diminuer le nombre des ouvriers descendant par le même puits. Sur l'emploi de cages à grande capacité transportant 60 à 80 hommes par cordée au lieu de la moitié et même moins.

b) Réduction de la durée du voyage entre l'arrivée au fond du puits et le chantier de travail : Dans certaines mines du Nord de la France, quelques chantiers sont distants de 2 à 3 km. du puits. A ce point de vue, il est probable qu'on verra se généraliser au fond le transport du personnel dans des trains mus par locomotives à air comprimé ou électriques à accumulateurs. Le problème est plus délicat qu'à l'étranger ou que dans les mines de fer, car il y a lieu d'éviter les possibilités d'inflammation du grisou par étincelles.

Cette diminution des temps perdus est très intéressante : récupérer 20 minutes sur 6 h. 1/4 de travail effectif par exemple est un gain appréciable.

2° *Le nombre d'ouvriers à l'abatage.* — Tout gain d'ouvrier à l'abatage est primordial, car les possibilités actuelles d'extraction, surtout dans le Nord de la France, sont telles qu'elles ne dépendent que du personnel ouvrier.

Or, souvent, afin d'augmenter la durée de présence au fond, dans le cadre des 8 heures, on a été amené à créer deux postes de travail de 8 heures, surtout pour les gros sièges d'extraction où la durée de descente est longue.

Cette organisation, défectueuse à bien des points de vue, a le désavantage d'exiger également des équipes doubles d'ouvriers pour travaux accessoires, de transport, services généraux, etc...

Aussi a-t-on tendance à revenir au travail à un poste et à augmenter la proportion des ouvriers à l'abatage, (qui est pour fixer les idées, de 40 % dans le Pas-de-Calais).

C'est essentiellement une question d'organisation générale du travail. L'ingénieur doit étudier la meilleure répartition du personnel. Il y a conjugaison des diverses catégories d'ouvriers : le charbon produit en plus grande quantité en un endroit donné doit pouvoir être transporté sans encombre, le remblai doit arriver à temps. Dans cet ordre d'idée, l'intérêt d'un bureau d'études, conçu suivant les directives de Taylor, est indéniable.

Il a été réalisé en Lorraine aux Mines de Sarre et Moselle.

C'est d'ailleurs un problème fort complexe de conjuguer l'effort de catégories d'ouvriers aussi diverses qu'abateurs employés au roulage, boiseurs, remblayeurs.

Il ne s'agit plus seulement d'analyser le travail d'un ouvrier comme fait Taylor dans l'industrie mécanique, mais de plusieurs équipes. On saisit la complication du problème.

En définitive, seule l'étude générale de l'organisation du travail permettra d'augmenter le nombre d'ouvriers productifs par rapport au nombre total d'ouvriers.

3° *La productivité de l'ouvrier.* — Nous touchons ici au problème principal.

Nous avons déjà dit qu'actuellement, et sauf dans des cas isolés, malgré la diminution de la durée

Digitized by Google

du travail au fond, malgré le développement des moyens mécaniques d'abatage du charbon, la productivité horaire de l'ouvrier à veine est restée sensiblement constante. Cela tient à deux causes :

1° A une mauvaise adaptation de l'outil nouveau employé ;

2° Au fait que toute facilité nouvelle de travail doit servir, pour une part, simplement à rendre moins pénible l'effort de l'ouvrier ;

3° Au fait que les moyens modernes ont permis d'exploiter certaines veines de charbon réputées autrefois inexploitables. Il y a là un gain net de tonnage produit, mais non de productivité horaire. C'est ainsi que dans le Nord de la France, on exploite actuellement des veines de 0 m. 35 à 0 m. 40 d'épaisseur où le mineur, couché, travaille au marteau piqueur, actionné à l'air comprimé. Le travail, impossible autrefois au pic, n'y est pas pénible.

Mais on doit arriver à une augmentation du rendement horaire. Les résultats déjà obtenus en certaines mines le montrent. Ouvriers et patrons en profitent également.

Cette amélioration tient :

a) Aux modifications de méthode de travail : ici les travaux de l'ingénieur ou du bureau d'étude sont la base du succès.

L'organisation des équipes ; l'étude du procédé d'abatage qui convient le mieux ; l'étude du travail de l'ouvrier selon Taylor (par exemple forage du trou de mine pour faire sauter le charbon à l'explosif), etc., etc., sont autant de sujets constants d'amélioration.

b) Cette amélioration tient également à la modernisation de l'outillage et nous aurons à faire ici une revue rapide de cet outillage du fond.

L'abatage du charbon. — L'usage du pic est appelé à disparaître devant les outils mécaniques et l'explosif. Il n'y a pas de solution type, mais une solution par cas d'espèce :

Les couches minces du bassin du Nord de la France sont par exemple très favorables à l'abatage au marteau piqueur, actionné à l'air comprimé, instrument où le pic animé de chocs rapides par va-et-vient pénètre et désagrège le charbon.

Aussi l'emploi du marteau piqueur s'est-il considérablement développé : le nombre de ces outils est passé de 700 en 1913 à 6.000 en 1923. Il doit certainement atteindre 10.000 actuellement.

Certaines couches de charbon très dures nécessitent l'emploi de l'explosif, toujours dangereux cependant au point de vue sécurité. La compagnie de Marles a par exemple abattu en 1923 : 1.600.000 tonnes de charbon, soit 70 % de sa production, par ce procédé.

Le trou de mine est lui-même foré par un marteau perforateur actionné à l'air comprimé.

Les gisements lorrains sont très favorables à l'emploi des haveuses, outils lourds qui se déplacent par eux-mêmes le long du charbon à abattre et qui y pratiquent par des couteaux une coupure assez profonde. Le havage est assez souvent conjugué avec le minage. C'est ainsi qu'aux mines de Sarre et Moselle, 50 % de la production est abattue par ce procédé.

En définitive, on se rend compte de l'évolution considérable qui substitue à l'outil manuel la machine au fond de la mine.

Le transport du charbon et du remblai. — Ce transport se fait aussi de plus en plus mécaniquement ; dans les tailles on développe les couloirs en tôle oscillants mus par moteur à air comprimé où l'ouvrier déverse le charbon.

Ce charbon vient se charger dans des berlines qui remontent des voies inclinées créées le long des lignes de plus grande pente dans le charbon. Ces plans inclinés sont équipés généralement par des treuils à air comprimé dont l'emploi se généralise.

Dans les grandes voies, les berlines formées en train vont au puits.

Dès que l'extraction est importante, l'emploi des locomotives pour ce trainage s'impose :

Soit locomotives à air comprimé ;

Soit locomotives électriques à accumulateurs ;

les autres systèmes de locomotives à essence ou à trolley étant trop dangereuses au point de vue du grisou.

Le remblai et les bois sont également amenés par trains et déversés, s'il se peut, directement dans les tailles. On cherche ici, aussi, à supprimer le pelletage par des dispositifs de berlines s'ouvrant par le côté ou le bout, ou bien par le culbutage automatique des berlines et la mise en place du remblai par couloirs en tôle oscillants.

Cette énumération réduite aux travaux du fond montre l'importance considérable de l'outillage mécanique.

On peut espérer, au total, de l'emploi judicieux de cet outillage, une amélioration du rendement horaire de l'ouvrier de 10 %.

Cet accroissement sera obtenu par les efforts conjugués de l'ouvrier et des ingénieurs qui devront rechercher les conditions d'emploi les meilleurs des engins mécaniques et leur amélioration constante. Ici, aussi, l'esprit de Taylor devra les animer.

III. — L'ORGANISATION DU MACHINISME.

Il résulte de ce qui précède que rien qu'au fond de la mine les moteurs absorbent une quantité considérable d'énergie.

Digitized by Google

Il en est de même au jour où fonctionnent machines d'extraction, compresseurs, ventilateurs, moteurs de criblage, etc. Pour fixer les idées, une fosse produisant 400.000 tonnes par an a besoin d'une puissance installée de 3.000 CV.

Quelle organisation faudra-t-il prévoir pour une mine importante qui nécessitera par exemple 30.000 CV?

I. — *Choix du fluide moteur.* — *a*) Pour le fond, les considérations actuelles de sécurité proscrivent jusqu'à nouvel ordre, à cause du grisou, les moteurs électriques.

Dans ces conditions le fluide moteur est l'air comprimé, qui nécessite une installation coûteuse au jour de compresseurs à 7 kilos, généralement; puis des canalisations à grand diamètre allant jusqu'aux tailles. Le rendement des moteurs est fort peu satisfaisant.

Peut-être que l'usage plus répandu des accu-

Fig. 183. — Fosse N° 2 *bis*. — Veine n° 2 (Bruay). — Havage au marteau piqueur.

mulateurs permettra bientôt l'emploi de moteurs électriques au fond, ce qui serait un grand progrès.

A l'heure actuelle la production de l'air comprimé absorbe à la fosse une quantité de force motrice allant du demi à la moitié de l'ensemble de l'énergie consommée.

b) Pour le jour et pour les compresseurs d'air précédemment indiqués, le choix de l'énergie se pose alors sur son intégralité : *vapeur ou électricité?*

En réalité le choix n'est pas exclusif, en cas d'adoption de la vapeur la dissémination des services d'une fosse oblige à y installer un certain nombre d'ateliers où la marche des machines ne peut se faire commodément qu'avec l'électricité.

On a à choisir en définitive entre :

La solution mixte vapeur-électricité.

La solution électrique totale.

On peut dire que deux points de vue différents militent en faveur de l'électrification totale des services d'une société minière avec production de l'énergie concentrée dans une centrale unique.

a) Sécurité et commodité de l'exploitation ;

b) Économie de prix de revient par diminution de main-d'œuvre et de consommation de combustible.

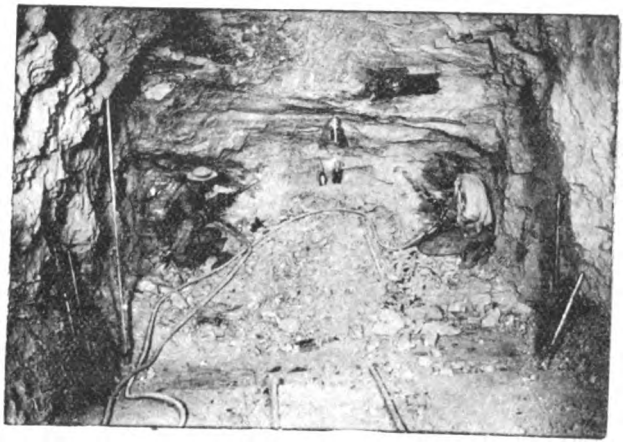


Fig. 184. — Fosse n° 2 *bis* (Bruay). — Creusement d'une boivette. — Foration de mines.

Il faut examiner ces deux points :

a) Les mineurs ont prétendu pendant longtemps que la sécurité de l'extraction d'un siège était mieux assurée par la production de la vapeur au siège même, actionnant machines d'extraction à vapeur et divers moteurs, que par une machinerie électrique recevant du courant de la centrale éloignée.

Les préventions à l'égard de l'électricité ne devraient plus exister. Les sécurités accumulées : circuits multiples, bouclages divers, emploi à la centrale de turbo-alternateurs en nombre assez grand, possibilité d'une surveillance plus serrée de la production de la vapeur à la centrale que dans les multiples chaufferies des sièges; toutes ces sécurités auxquelles viennent s'ajouter les liaisons intercentrales avec contrats d'échange d'énergie de secours, doivent fournir aux services totalement électrifiés une sécurité comparable à celle des sièges d'extraction à vapeur, où l'on peut d'ailleurs en cas d'accident à une chaufferie se trouver parfois gêné.

Quant à la commodité accrue de l'usage de l'électricité elle ne se discute pas :

La machine d'extraction électrique à courant continu est d'une souplesse d'emploi et d'une sécurité de manœuvre incomparables.

Digitized by Google

Les puits d'aérage isolés ont leurs ventilateurs commandés à distance par l'électricité.

Les compresseurs mus par moteurs électriques sont d'un emploi répandu et économique.

Par contre cette concentration présente quelques inconvénients. Le réseau de distribution est fort complexe. Il faut en effet assurer la permanence des services dont dépend la sécurité du personnel.

On a au total avantage à créer une organisation d'ensemble de la production et de la distribution de l'énergie électrique.

b) Les conditions d'économie sont primordiales.

Pour les chiffrer il faut non seulement étudier l'économie de charbon qui résulte de la centralisation de la production de l'énergie en un point unique, mais également le point de vue des frais de premier établissement et enfin celui des économies de personnel.

Des études faites sur ce sujet ont montré qu'au total l'électrification générale d'une mine, avec centrale unique, permet une économie de 4 à 5 % sur le prix de revient moyen de la tonne de charbon.

Nous insisterons plus particulièrement sur *l'économie de combustible.*

Elle peut s'indiquer ainsi :

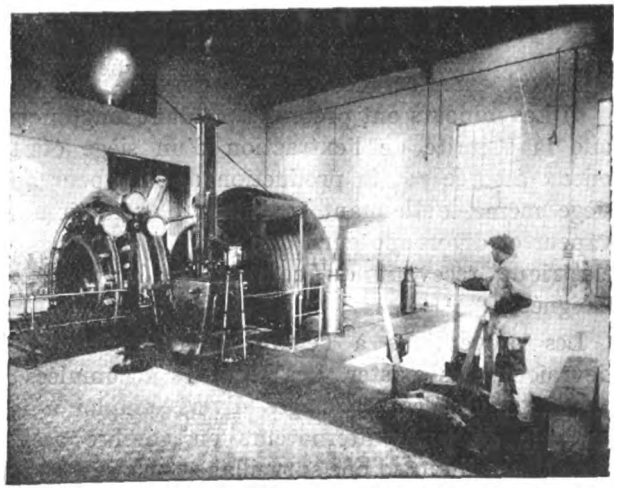


Fig. 185. — Machine d'extraction électrique à courant continu et tambour bi-cylindronique. — Fosse 3 de Meurchin.

Il résulte des chiffres pratiqués de consommation de divers sièges totalement électrifiés (sièges de production journalière pouvant varier de 800 tonnes à 2.000 tonnes), que par tonne de charbon extraite, la dépense d'énergie pour les divers services (extraction, aérage, compresseurs, criblage et manœuvre au jour) peut varier de 15 *à* 11 *kw-h.* par *tonne extraite.*

Avant la guerre il n'était pas rare de constater une consommation de 50 kg. de charbon par tonne extraite avec laquelle, à une centrale moderne, on pourrait produire facilement aujourd'hui 33 kw.-h.

Les deux chiffres sont à rapprocher.

On peut ajouter d'ailleurs que l'outillage mécanique était loin en 1914 d'avoir le développement d'aujourd'hui. Or, pour un siège équipé électriquement la dépense d'énergie électrique aux compresseurs varie entre le tiers et la moitié de l'énergie totale consommée.

Il est instructif de constater que l'électrification totale, sur ces bases, de toutes les sociétés minières du Nord et du Pas-de-Calais conduirait à une économie annuelle de 400.000 tonnes. Rappelons que ce bassin produira d'ici quelques années 30 millions de tonnes. L'économie est importante.

2). — *Organisation générale de la distribution de l'énergie.* — Si nous laissons de côté, pour le moment, l'organisation de la centrale minière que nous supposerons, pour fixer les idées, de 50.000 kw. par exemple, pour une société produisant 2 millions et demi à 3 millions de tonnes de charbon, voyons quel sera le plan d'ensemble de la distribution.

Les distances entre fosses et centrales sont de l'ordre de quelques kilomètres.

On choisit en général :

1) Pour le transport dans la concession, un réseau souterrain de câbles à tension plus grande ou au moins égale à 15.000 volts. La plus haute tension est la meilleure car elle limite les pertes en ligne.

2) Pour le transport au voisinage d'une fosse des câbles souterrains à 3.000 ou 5.000 volts.

3) Enfin les petits moteurs sont alimentés à 220 volts.

On crée un certain nombre de circuits souterrains indépendants comprenant chacun plusieurs feeders à 2 câbles alimentant un certain nombre de fosses et un ou plusieurs câbles de secours ; on aura par exemple, 6 à 8 câbles suivant les circuits. Les circuits seront tronçonnés par des postes de coupure importants à interrupteurs dans l'huile, dans un but de sécurité.

On accumule les sécurités par les bouclages entre réseaux, par les feeders de secours, par la possibilité d'alimenter une fosse par tous les câbles passant par cette fosse, enfin même par la possibilité momentanée de faire passer la charge entière des 2 câbles d'un feeder sur un seul câble.

Enfin les sécurités supplémentaires et si l'on peut dire de dernière urgence seront les liaisons entre centrales.

1) Tout d'abord liaison entre deux centrales de la même société : la *centrale principale* et une cen-

Digitized by Google

trale de secours auxiliaire, séparée, de débit suffisant pour alimenter pendant quelque temps, les services essentiels qui ne peuvent subir un arrêt : ventilation, treuils d'extraction pour permettre la remonte des ouvriers, soit 1.000 kw pour chacun de ces 2 services, 2.000 kw au total.

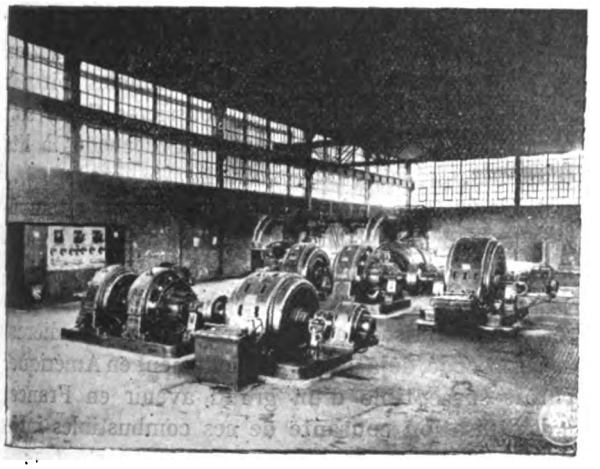


Fig. 186. — Convertisseurs Léonard alimentant les machines d'extraction électrique des fosses 13 et 16 des Mines de Courrières.

Cette centrale de secours pourra dépendre d'une source d'énergie indépendante de la vapeur : ce sera par exemple une centrale de moteurs à gaz de fours à coke, munie d'ailleurs d'une batterie d'accumulateurs pour son démarrage.

2) Liaison entre centrales des sociétés voisines conjuguées 2 à 2 par deux câbles, l'un constamment sous tension pouvant par simple branchement fournir une puissance immédiate de secours, minime il est vrai, 300 kw. par exemple ; l'autre pouvant fournir au bout de quelques minutes une puissance plus forte, réservée par contrat d'urgence.

Sur ce grand réseau d'artères vitales à 15.000 volts ou même 30.000 ou 45.000 volts, viennent se greffer les réseaux secondaires qui se ramifient et créent par bouclages de nouvelles liaisons.

Un réseau secondaire à 3.000 volts partant des fosses alimentera les moteurs secondaires, tels que ventilateurs des puits d'aérage ; enfin, reliant les fosses entre elles, il sera encore un moyen supplémentaire de liaison.

A proximité de chaque fosse sera installé un poste de coupure permettant toutes vérifications et toutes liaisons pour répartition des services ; et enfin un poste de transformation.

Pour fixer les idées, l'alimentation à prévoir est :

1) Puits d'extraction :		
1 machine d'extraction..	880	Kva
6 compresseurs.....	1.350	—
1 pompe	130	—
2) Puits d'aérage :		
1 machine d'extraction..	400	—
1 ventilateur.....	400	—
1 compresseur.....	100	—
3) Petits moteurs et éclairage.....	300	—
Total...	3.385	Kva

3) *Centrales Minières.* — Revenons aux centrales minières et tout d'abord posons la question du combustible qui doit les alimenter.

Que faut-il brûler dans les centrales des mines?

Dans un exposé de 1912, M. Cuvelette, Directeur général des Mines de Lens, posait le problème de l'utilisation des combustibles inférieurs, intransportables, tels que schistes de lavoir, charbons terreux et concluait, dans les conditions de la technique de cette époque, à l'impossibilité de leur emploi, l'accroissement des charges de premier établissement et le mauvais rendement thermique compensant et au delà l'économie d'emploi de la matière première.

Le problème a évolué et l'utilisation des combustibles inférieurs est de jour en jour meilleure. On ne saurait dire que la solution idéale soit trouvée, mais déjà des solutions approchées donnent des résultats.

On sait aujourd'hui utiliser couramment les charbons à 35, 40 % de cendres avec des rendements convenables.

Si le pourcentage en cendres est important, la question de la fusibilité des cendres ne l'est pas moins et joue généralement un rôle considérable.

Aussi ne saurait-on donner une solution type : il y a des exemples plus ou moins parfois d'utilisation de combustibles inférieurs.

On peut citer parmi les cas intéressants :

La centrale de Pont-à-Vendin des Mines de Lens qui passe en marche industrielle dans ses générateurs Babcock à grille mécanique des mélanges de fines grasses (un tiers) et de mixtes de lavoir (deux tiers) ayant jusqu'à 40 % de cendres et qui maintient une vaporisation horaire suffisante pour ses turbo-alternateurs en service.

Mais il ne semble pas qu'on puisse faire mieux sur grille mécanique avec soufflage de vent chaud. La qualité des mâchefers obtenus est primordiale.

Au contraire, la combustion du charbon sous forme pulvérisée semble être une des solutions d'avenir par sa souplesse. Aussi bien le charbon flenu, le gras ou le maigre brûlent sous forme

Digitized by Google

pulvérisée. Est-il besoin de citer ici les exemples : de la centrale des mines de Bruay, la première en date qui brûle des mélanges de fines flénues, et du 0,40 pulvérisé, le tout ayant de 20 à 25 % de matières volatiles et 25 à 31 % de cendres (1) ;

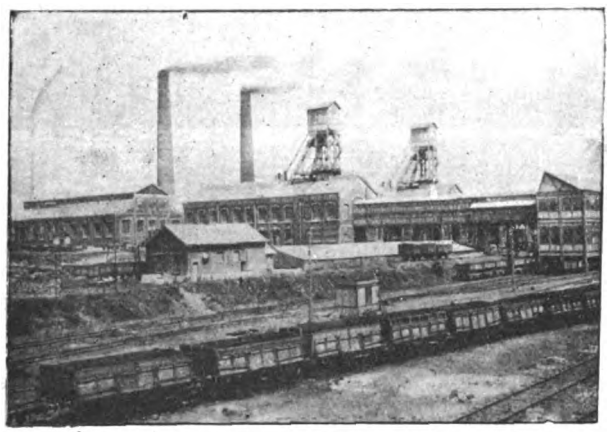


Fig. 187. — Siège 6. —Vue d'ensemble du siège à vapeur (Bruay).

de la centrale de Thiers des mines d'Anzin où s'est posé le problème de l'utilisation de charbons maigres à 10 % de matières volatiles et qui est en marche normale.

Le problème actuel consiste à brûler des charbons de qualité encore plus inférieure, après pulvérisation préalable. Il est étudié de tous côtés et les essais avec du 40 à 50 % de cendres ont été couronnés de succès.

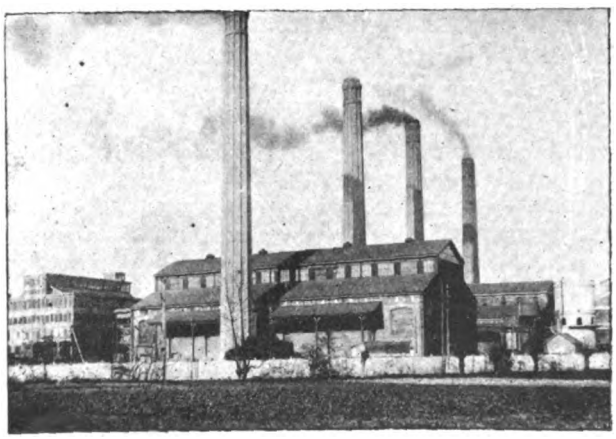


Fig. 188. — Centrale des Mines de Bruay (Charbon pulvérisé).

Nous ne citerons que pour mémoire les essais de combustibles plus cendreux (70 % de cendres par exemple) par emploi de gazogène à fusion de cendres, et qui ne sont pas encore au point, économiquement parlant.

En se bornant à l'utilisation des charbons cendreux à 50 % de cendres, le problème est déjà vaste, car il conduit à l'emploi de charbons à teneur encore supérieure. Par pulvérisation et mélange avec des charbons à 30 % de cendres, on obtiendra un combustible à 50 % de cendres utilisables.

Le problème évolue d'ailleurs de jour en jour et une idée intéressante consiste en l'utilisation en deux temps des charbons invendables soit par leur constitution physique (poussières fines) soit par leur forte teneur en cendres (charbons à lits cendreux, schistes de lavoir, lignite, etc.).

Il s'agit tout d'abord de distiller à basse température le combustible de façon à en extraire des huiles et du goudron primaire et d'employer en deuxième phase le résidu solide ou semi-coke sous forme pulvérisée au chauffage des chaudières.

Ce procédé, déjà utilisé partiellement en Amérique, paraît susceptible d'un grand avenir en France.

L'utilisation courante de ces combustibles inférieurs aurait deux conséquences importantes :

Faire extraire, des mines de houille, un tonnage considérable de matières charbonneuses actuellement laissées au fond et allant au remblai.

On pourrait ramener au jour de nombreux sillons laissés pour compte dans certaines mines, par l'exploitation normale des veines.

Sans compter la facilité de l'extraction, le tonnage commercial du charbon pour la vente s'accroîtra.

Il est difficile d'essayer de donner des chiffres, car il est peu commode d'évaluer les ressources minières de la France en lits cendreux. Telle société du Nord comme Courrières en a peu, telles autres comme Nœux, Lens ou Béthune en ont davantage.

On peut espérer très raisonnablement que toute l'énergie nécessaire aux besoins intérieurs de ces mines sera élaborée à partir de combustibles inférieurs.

Il est même très problable que l'énergie destinée par ces mines à être vendue aux sociétés de distribution d'électricité pourra aussi être produite avec ce charbon très inférieur.

Ce sera dans un autre cas la possibilité de mettre en valeur des gisements de combustibles très pauvres, tels que certains lignites, qui seront transformés sur place dans les centrales électriques et vendus sous forme d'énergie électrique dans la région avoisinante.

Ce fait aura comme conséquence importante de ce fait : les sociétés minières deviendront par la force des choses des grands producteurs d'énergie électrique à bon marché.

(1) Voir *Revue Scientifique* 1925.

Digitized by Google

Il ne faut pas oublier qu'actuellement le coût du combustible intervient dans le prix de revient du kw-h. produit dans une proportion variant entre 50 à 70 %.

Des considérations précédentes, on peut tirer une conclusion nette : les mines ont un intérêt primordial, qui coïncide d'ailleurs avec l'intérêt général de la France, à utiliser les combustibles d'ordre inférieur pour produire l'énergie électrique à bon compte.

Le problème de l'utilisation des charbons cendreux est en définitive analogue au problème de l'utilisation des ressources hydrauliques des Alpes et des Pyrénées. Cette utilisation doit se faire sur place, car même pour un voyage de quelques kilomètres le prix d'une tonne de combustible inférieur est grevé de plusieurs francs de transport.

Il faut bien dire que, malgré les études entreprises de côté et d'autre, l'importance du problème de l'utilisation complète de toute matière combustible extraite du sous-sol de la France n'apparaît pas encore assez clairement.

Il incombe aux sociétés minières de faire elles-mêmes des essais systématiques de combustibles et d'appareils. Ces problèmes de combustion nécessitent des générateurs d'énergie de type spécial et les mines sont qualifiées pour s'attacher à résoudre les difficultés posées qui leur sont particulières.

4) *Ce que doivent être ces centrales minières. Ce qu'elles sont?*

Il est intéressant pour considérer le problème dans sa généralité d'étudier les solutions adoptées pour le bassin houiller du Nord de la France, où les mines dévastées ont dû rétablir totalement leurs installations détruites.

Dès avant la fin de la guerre, M. Loucheur, alors ministre, et M. Weiss, directeur des mines, s'étaient préoccupés de la création d'une grande centrale alimentée par les houillères et destinée à fournir l'énergie indispensable à la reprise de l'activité et à la reconstitution.

Cette idée n'a pas été réalisée.

Il ne faut point trop le regretter. Sans tomber dans le particularisme, on doit reconnaître qu'au point de vue de la sécurité, une grande société houillère doit posséder sa centrale propre. 10.000 à 15.000 ouvriers ne sauraient chômer sans inconvénients par suite de l'interruption de l'alimentation en courant électrique par une organisation étrangère à la concession ; la ventilation, le pompage, ne peuvent être interrompus sans danger.

D'ailleurs cette centrale est en général assez importante pour que l'installation en soit économique.

Ne faut-il pas 25 à 30.000 kw. de puissance moyenne pour les besoins intérieurs de sociétés comme Lens et Courrières, 20.000 kw. de puissance moyenne pour les besoins intérieurs d'une compagnie comme Béthune?

Ces sociétés minières ont donc choisi la solution de centrales individuelles, interconnectées pour la sécurité.

La standardisation de la fréquence et des voltages permet toutes liaisons.

Étant donné les puissances à fournir, les unités turbo-groupes prévus sont en moyenne de l'ordre de 10.000 kw.

Cette composition assure aux centrales de 40.000 à 50.000 kw. une souplesse suffisante, sans laisser trop de puissance en réserve.

Mais si cet éparpillement des centrales, de puissance généralement inférieure à 60.000 kw., a ses avantages, par contre, il a ses inconvénients dès que se pose le problème de la distribution de l'électricité en vue de la vente.

Certainement l'exploitation d'une grosse centrale pour la distribution, par exemple 200.000 kw. à groupes de 25.000 kw., serait plus économique.

Ne pourrait-on la réaliser au centre de ce bassin houiller ?

A supposer que les prix de transport de combustible de compagnie à compagnie ne grèvent pas trop le prix du charbon, ce qui n'est pas actuellement, il faut remarquer que la géographie du Nord de la France s'y oppose.

Les techniciens connaissent l'avantage d'une bonne condensation pour le rendement des turbines. Les condenseurs refroidis par eau de rivière permettent un vide plus poussé.

Les avantages du vide plus élevé, de la diminution de frais de premier établissement si l'on ne construit pas de réfrigérant, de l'économie de force motrice nécessaire à l'élévation de l'eau de circulation, ont une répercussion moyenne de 8 à 12 % sur le prix de revient du kwh.

Or, le Nord et le Pas-de-Calais sont pauvres en ressources fluviales à débit important.

Ce bassin houiller n'est traversé qu'à l'Est par une seule rivière à débit notable : l'Escaut.

Or, 1 kwh. nécessite 0 m³ 5 d'eau de circulation.

Une usine de 100.000 kw. sous un cosinus de 0,7 aura besoin de 10 m³ d'eau par seconde pour la condensation par circulation d'eau.

Les centrales houillères sont donc obligatoirement pour la plupart à réfrigérants et alimentées d'eau par des forages.

On conçoit la difficulté qu'on aura au point de vue de l'alimentation en eau de créer sur le bassin

Digitized by Google

houiller des centrales considérables. Il faudra se résoudre à faire de nouvelles centrales plutôt que d'étendre les anciennes.

Sur les rivières même, l'Escaut permettra la condensation des 50.000 kw. prévus de la centrale des mines d'Anzin, mais pas plus. Au delà il faudra faire appel aux réfrigérants.

La Lys, à Comines, à la centrale de l'Énergie électrique du Nord de la France, a un débit suffisant pour la condensation de 75.000 kw.

Cette société, qui veut dès maintenant agrandir sa centrale, ne peut ni installer une deuxième centrale trop près en amont sous peine d'échauffer les eaux, ni en aval puisque la frontière est à proximité.

Dans le Sud, seule la Somme a un débit suffisant : d'où une des raisons de la création de la Centrale d'Abbeville par la Société Électrique du Nord-Ouest, mais cette centrale est déjà loin des charbonnages et le prix de transport du charbon intervient.

Peut-être pourra-t-on utiliser un jour la mer dans les condenseurs. Il ne semble pas que le problème soit résolu, les marées de la Manche sont d'ailleurs fortes.

Résumons ces diverses considérations :

1° Point de vue de sécurité pour l'exploitation minière ;

2° Besoins en énergie pour la consommation propre des mines conduisant à des puissances d'ordre inférieur à 50.000 kw. ;

3° Manque d'eau de condensation,

déterminent la création de centrales nombreuses, de puissance pas trop élevée.

L'avenir verra l'accroissement des centrales existantes jusqu'à certaines limites, ainsi que nous l'avons indiqué, et la création de nouvelles centrales minières ne dépassant guère 100.000 kw.

Cet examen de la situation du Nord de la France est susceptible de généralisation.

Les bassins houillers de l'Est de la France (si on en excepte la Sarre) et du Centre sont dans des conditions analogues, et les centrales qui s'y créent ou qui seront construites seront dans les limites de puissance que nous venons d'indiquer.

Elles bénéficieront en définitive :

1° De l'utilisation de combustibles inférieurs intransportables à très faible valeur marchande ;

2° D'une bonne utilisation des machines installées.

L'utilisation de la puissance maximum est d'environ 4.000 heures.

A ce point de vue, les centrales minières sont avantagées par rapport aux centrales des sociétés productrices et distributrices d'énergie.

L'examen des graphiques de charge journalière des centrales minières montre nettement la possibilité et l'intérêt qu'ont les centrales à fournir à la fois à la mine et aux sociétés distributrices d'énergie. Les pointes ne coïncident pas en général, et en outre le creux du milieu de la journée ainsi que le creux de la nuit sont moins accentués à la centrale Minière qu'à la centrale d'une société distributrice.

Le pompage, en particulier, permet une régularisation intéressante de la charge. On peut donc adjoindre, au service de la mine, le service de la société distributrice, sans inconvénient.

Les pointes d'éclairage viendront facilement s'intercaler dans le graphique de charge.

Les caractéristiques générales de ces centrales sont actuellement les suivantes :

Turbines de 6.000 à 10.000 kw. tournant généralement à 3.000 tours par minute. La tendance est d'ailleurs à l'accroissement de ces unités et l'on verra prochainement des turbines de 20.000 à 25.000 kw. en service, comme dans les centrales modernes de Paris ou de la région de Lille.

Chaudières à grande surface de chauffe de 600 à 1.000 m².

Grilles mécaniques ou chauffage au pulvérisé. On équipe partout les chaudières d'appoint au charbon pulvérisé.

Réfrigérants pour les centrales minières.

BLUM-PICARD,
Ingénieur au Corps des Mines,
à Béthune.

(A suivre.)

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1925). — *Théorie des Nombres.* Les « nombres de Fermat », de la forme $2^{2^n}+1$ peuvent être composés : après avoir recherché les nombres de la forme $K2^{2^n}+1=N$ ($10^5<N<10^{12}$; $1\leqslant K<1000$) qui sont premiers (il y en a 572), M. *Kraïtchik* vient d'en obtenir un ($K=5790$ $n=21$) qui est diviseur du nombre de Fermat correspondant à $n=15$: c'est le 13e nombre de Fermat non premier que l'on connaisse actuellement.

Digitized by Google

Théorie des ensembles. Généralisant un résultat de M. Fréchet, M. *Paul Urysohn* construit un ensemble métrique séparable *universel* U (c'est-à-dire tel qu'à tout ensemble métrique E, on puisse faire correspondre dans U un ensemble E_0 tel que les distances de deux points correspondants de E et de E_0 soient égales).

Sous certaines conditions, cet ensemble U est unique, à une congruence près.

Théorie des fonctions. 1, 4 et 7. Après avoir défini pour une fonction mesurable, presque partout finie dans l'intervalle (a, b), ce que l'on désignera par borne inférieure (1) (ou supérieure) à densité λ de $f(x)$ dans (x_1, x_2) — avec $a \leqslant x_1 < x_2 \leqslant b$ —, M. *St. Kempisty* donne diverses propriétés de ces bornes; puis il les utilise pour *généraliser de deux manières différentes l'intégrale de Lebesgue* : il définit ainsi l'*intégrale asymptotique* [valeur commune éventuelle des limites inférieure — ou supérieure — de $\Sigma m(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1})$ — ou $\Sigma M(x_{i-1}, x_i, \lambda)(x_i - x_{i-1})$ —] et *l'intégrale inférieure ou supérieure à densité* λ. Il existe des fonctions non sommables intégrables asymptotiquement, et des fonctions $g(x)$ non sommables, ni totalisables, ni intégrables asymptotiquement, mais intégrables à densité λ (par exemple $g(x) = -3^n$ pour $3^{-n} < x \leqslant 2.3^{-n}$ et $g(x) = 3^n$ pour $2.3^{-n'} < x \leqslant 3^{n+1}$)

2. En 1923 M. *Harald Bohr* avait montré comment la théorie des séries de Fourier des fonctions rigoureusement périodiques peut s'étendre aux fonctions « presque périodiques » d'une variable réelle; dans la note actuelle, l'Auteur fonde une théorie analogue pour les fonctions presque périodiques d'une variable complexe.

3. Envisageant les fonctions harmoniques dans tout le voisinage V d'un point A sauf peut-être en ce point, M. *W. Stozek* donne, pour l'espace et pour le plan, deux conditions très simples qui permettent d'affirmer que la fonction est harmonique en A; dans le premier cas, par exemple, il suffit d'avoir $u(P) = 0\left(\frac{1}{r}\right)$.

5. Appliquant un théorème de M. Orbec, M. *Alexandre Kovanko* énonce une règle qui, moyennant certaines conditions imposées à la fonction croissante F (u), fournit un criterium nécessaire et suffisant pour l'existence de $(L)F\int[f(x)]\,dx$.

6. Comme suite à ses récentes recherches, M. *W. Wenia-minoff* établit une condition nécessaire et suffisante pour l'existence d'une dérivée-limite presque en chaque point du cercle $|z| = 1$; puis il propose une nouvelle définition de la dérivée-limite; cette définition n'utilise qu'un seul passage à la limite.

Analyse. 1. *M. R.-H. Germay* simplifie le processus d'approximations successives qu'il avait développé dernièrement pour l'intégration des systèmes aux dérivées partielles.

2. Reprenant la notion de fonctionnelles isogènes, introduite par M. Volterra, M. *Mandelbrojt* montre que ces fonctionnelles peuvent être regardées comme déduites de fonctionnelles monogènes sur une surface, et ceci par un procédé tout analogue au prolongement analytique.

3. Comme le montre M. *René Lagrange*, à tout ds^2 de Levi-Cività, on peut associer une infinité de ds^2 de cette classe, représentables conformément sur lui et dépendant de n fonctions arbitraires d'un argument. Les intégrales quadratiques qui leur correspondent se déduisent par quadratures de celles du ds^2 primitif : c'est la généralisation des propriétés des ds^2 de Liouville par rapport aux ds^2 euclidiens. L'auteur étudie aussi à ce point de vue la généralisation des ds^2 de Stäckel.

4. M. *Gaston Julia* considère une fraction rationnelle R(Z) conservant le cercle fondamental $|Z| = 1$, admettant deux points doubles attractifs, symétriques par rapport au cercle, et dont les itérées $R_n(Z)$ présentent des cycles répulsifs, partout denses sur le cercle. Si la série Σa_n est convergente, $\Sigma a_n R_n(Z)$ représente une fonction f(Z) holomorphe dans le cercle, méromorphe à l'extérieur; si la série image $\varphi(z) = \Sigma a^n z^n$ est une fonction entière, f(Z) sera *quasi-analytique* en tout point d'un cycle répulsif et pourra se prolonger quasi-analytiquement sur toute droite passant par un tel point et ne rencontrant aucun pôle des R_n. L'Auteur termine en étudiant l'application au problème actuel de la fonction méromorphe de Poincaré telle que $G(sz) = R[G(z)]$.

5. Afin de démontrer que les polynomes d'Hermite jouent le rôle de fonctions harmoniques zonales pour l'hypersphère, M. *Pierre Humbert* s'inspire d'une méthode de F.-M. Whittaker et représente ces polynomes par une intégrale double.

6. Pour intégrer un système différentiel ordinaire M. *Léon Pomey* substitue à l'équation linéaire aux dérivées partielles qui lui est associée une équation intégrale de Volterra (déduite de la première par une quadrature). Cette méthode permet d'intégrer le système primitif moyennant les conditions initiales de Cauchy ou des conditions d'un type plus général (conditions à n points). L'emploi de l'intégrale de Cauchy permet de traiter la même question par la méthode des équations de Fredholm.

7. La notion de fonctionnelle établit une correspondance entre des lignes (par exemple) et des nombres; plus généralement, on peut envisager des correspondances entre deux points m et M de deux espaces abstraits. M. *Maurice Fréchet* avait déjà étudié les correspondances de cette nature qui sont biunivoques et continues; actuellement il envisage des correspondances où l'on peut définir la notion de différentielle : il suppose que les espaces lieux de m et M sont des espaces vectoriels affines.

8. Soit $f(z)$ une fonction holomorphe pour $|z| < 1$, ne prenant pas dans ce cercle les valeurs o et 1, et telle que $|f(z) - a_0| < m$ sur un arc de courbe issu de l'origine et aboutissant à $|z| = 1$ [$a_0 = f(0)$; $|a_0| < 10$]. Cela étant, M. *Henri Milloux* montre que dans le cercle précédent $f(z)$ peut être limité en fonction de m et il étend ce résultat aux fonctions méromorphes admettant o comme valeur asymptotique.

9. M. *Emile Picard* signale l'équation singulière de Fredholm

$$f(x) + \lambda \int_0^\infty \cos(xy)\, f(y)\, dy = \varphi(x)$$

dont la solution est méromorphe en λ (comme pour l'équation régulière); mais aux deux pôles $\lambda = \pm\sqrt{\frac{2}{\pi}}$ de la solution correspondent pour l'équation homogène une *infinité* de solutions distinctes (contrairement à ce qui a lieu pour l'équation régulière).

10. Les quatre conditions de monogénéité des fonctions de deux variables permettent de définir des fonctions hyperharmoniques dont M. *Ladislas Niklibore* entreprend l'étude. Signalons notamment ce résultat : l'intégrale de Poisson généralisée pour l'hypersphéroïde ne représente une fonction hyperharmonique qui si deux conditions dépendant de deux entiers arbitraires sont remplies par les données aux frontières.

Géométrie algébrique. 1. M. *M. Légaut* applique sa

(1) Cette borne inférieure $m(x_1, x_2, \lambda)$ sera égale à la borne supérieure des nombres γ tels que, dans (x_1, x_2) on ait mes. $E_x[f(x) < \gamma] \leqslant \lambda(x_2 - x_1)$; de même pour la borne supérieure $M(x_1, x_2, \lambda)$

Digitized by Google

théorie des caractéristiques des systèmes de points à l'étude du défaut des systèmes linéaires découpés sur un plan par les surfaces passant par une courbe donnée. Cette étude lui fournit d'intéressants résultats sur l'irrégularité des surfaces admettant une ligne double donnée : par exemple, seule, la surface de degré minimum peut être irrégulière.

2. M. *Bertrand Gambier* présente diverses généralisations de la théorie des adjointes de courbes planes; il suppose notamment qu'en un point double d'ordre i l'adjointe passe avec la multiplicité $i-1+\omega$, ω *pouvant être négatif;* les énoncés classiques s'étendent, moyennant certaines modifications, telles que l'introduction de la notion de genre apparent, et les résultats permettent de compléter l'étude de la surabondance.

Géométrie. 1. Diverses questions de Géométrie — et notamment la recherche des surfaces possédant plusieurs familles de courbes égales — posent le problème de la détermination des mouvements à deux paramètres doublement décomposables. M. *G. Koenigs* montre comment l'on peut former les six équations différentielles du problème.

2. M. *G.-Y Rainich* propose pour la représentation des surfaces un système de formules où les coordonnées cartésiennes sont définies par des intégrales de différentielles totale. Les équations de Codazzi, l'expression de la courbure moyenne (ou totale) s'obtiennent aisément et l'on peut dire encore que la méthode est une extension de la représentation donnée par Weierstrass pour les surfaces minima.

Géomélrie infinitésimale. M. *Paul Appell* présente une extension d'un théorème donné par Monge pour le problème des déblais et remblais.

Géodésie. Le champ de gravitation extérieur — seul accessible aux mesures — ne détermine que quelques caractères de la distribution des masses internes : le problème de la détermination des masses par le potentiel extérieur qu'elles produisent reste d'une indétermination infinie. C'est ce que montre M. *Marcel Brillouin*, qui donne à ce sujet diverses formules et qui en discute l'application aux problèmes d'isostasie.

Astronomie. M. *Lémeray* applique les équations de la dynamique einsteinienne à l'étude des trajectoires d'un amas sphérique à densité constante. Ces trajectoires sont des ellipses concentriques à l'amas, et la période a la même valeur que dans la mécanique classique. Toutefois, si plusieurs mobiles partent simultanément d'un même point avec des vitesses de grandeurs différentes, mais de directions normales à un même rayon, d'après Newton, ces mobiles se trouvent tous, au même instant, dans un même plan; d'après Einstein, ils seront situés sur même hyperboloïde. René Garnier.

Chimie

Vieux Mémoires et nouvelles Recherches. — MM. les professeurs H. Le Chatelier et M. Guichard ont introduit dans la formation des chimistes de la Sorbonne la lecture des Mémoires originaux. Le professeur Mendelejeff exigeait de ses élèves la lecture *in extenso* de nos Annales de Chimie et de Physique. Parmi les Mémoires originaux, les « Recherches physico-chimiques de Gay-Lussac et Thenard, 1808 » constituent un document toujours susceptible de provoquer de nouvelles recherches. Leur lecture a inspiré les travaux de Deville qui ont conduit à la préparation des métaux alcalins après l'étude du procédé de réduction de la potasse par le fer, où le Maître envisage les équilibres chimiques de Berthollet sous le nom de dissociation. Le titre même du Mémoire de Gay-Lussac et Thenard montre que la physico-chimie est plus que centenaire, et française d'abord. Après les deux célèbres chimistes, MM. Hackspill et Gramdadam, de l'Université de Strasbourg, ont étudié la préparation du potassium en suivant la technique utilisée déjà si habilement par l'un d'eux avec l'emploi du vide (*Société Chimique*, section de Strasbourg).

Le déplacement de l'équilibre dans la réaction.

$$2\,FK + Fe \rightleftarrows F^2Fe + 2\,K$$

montre que c'est la réaction qui donne le fer qui est prépondérante à la pression ordinaire et à une certaine concentration, tandis que dans le vide, en utilisant la volatilité du potassium, c'est la réaction correspondante à la flèche supérieure qui se produit et avec un bon rendement. On retrouve là la préparation de Gay-Lussac, mais celui-ci opérait à 1.200°, et en faisant passer très rapidement la vapeur d'hydroxyde de potassium sur le fer. Cette opération dans le vide présente son optimum à 600° si l'on emploie du fer réduit. A. R.

Géographie

La découverte du Groënland par les Normands. — Dans un article, publié en 1923 par la *Revue Scientifique*, sur les Explorations au Groënland, nous avons indiqué très sommairement que cette grande île polaire a été découverte par les Normands vers le x^e siècle.

La publication d'un livre récent : *La découverte de l'Amérique par les Normands vers l'an* 1000, par le Lieutenant-Colonel Langlois (Paris 1924), nous permet de compléter ces indications (1).

Les habitants de la Norvège au moyen âge, qu'on désigne sous le nom de Vikings, de Northmans, ou plus simplement de Normands, étaient un peuple de marins et de pirates qui, dès le v^e siècle, commercèrent avec toutes les côtes du nord de l'Europe, commerce souvent accompagné de pillages. Dès le viii^e siècle, ils s'établirent aux Iles Fer-oë, aux Orcades et aux Hébrides. L'Islande, découverte en 850, fut colonisée à partir de 872 par des Norvégiens qui voulaient échapper à la tyrannie de leur nouveau roi, Harold aux beaux cheveux. En 930, toutes les parties habitables de l'île furent occupées. Une sorte de république oligarchique, dont les institutions civiles et religieuses étaient calquées sur celles de la Norvège, y prospéra jusqu'au milieu du xiii^e siècle. Le sentiment qui avait déterminé l'immigration perpétua la fierté et le goût des grandes aventures. Les Islandais gardèrent longtemps un besoin de mouvement, un désir très marqué du risque et de la célébrité.

Ce sont ces Islandais qui ont découvert et occupé le Groënland. Les détails de leurs voyages nous ont été conservés dans des récits rythmés, appelés sagas. Le Colonel Langlois donne pour la première fois la traduction intégrale en français de deux de ces sagas : la Saga d'Erik le Rouge, et la Saga de Thorfin Karlsefni et de Snorri Thorbrandsson. De nombreuses ruines retrouvées au Groënland ont apporté des preuves matérielles de l'occupation normande. En 1922, on a même retrouvé un cimetière contenant des restes humains, encore enveloppés d'étoffes de l'époque normande.

En 877, l'Islandais Gunnbjorn aperçut la côte orientale du Groënland, mais ne débarqua pas.

(1) Le Colonel Langlois ne cite pas dans la Bibliographie qui termine son livre un ouvrage paru précédemment sous un titre presque identique : Découverte de l'Amérique par les Normands au x^e siècle, par Gabriel Gravier. Cet ouvrage fut publié très élégamment à Rouen en 1878 et seulement à 150 exemplaires.

Digitized by Google

En 983, Eirik le Rouge, banni d'Islande à la suite d'un meurtre, arma un navire pour aller à la recherche de la terre découverte par Gunnbjorn. Il retrouva la côte orientale du Groënland par 64° de latitude environ, et donna le nom de Midjokul (montagne au milieu des glaces) au lieu de son atterrissage. Il alla vers le Sud, le long de la côte, à la recherche de terres habitables, franchit l'extrémité méridionale du Groënland, et, sur la côte occidentale, il trouva une région plus favorable, dans laquelle il se fixa. Il passa le premier hiver sur les bords d'un fjord, qui fut appelé Eiriksfjord, auprès de l'emplacement actuel de Julianehaab. Il resta trois années dans la région, poussant des excursions assez loin vers le Nord sans trouver d'habitants. Comme il l'avait promis à ses amis restés en Islande, il revint leur annoncer sa découverte et les engager à se joindre à lui pour coloniser ce nouveau pays, auquel il donna le nom de Groënland, Terre Verte, « pour attirer les colons par un joli nom » (1).

Pendant l'été de 985, Eirik rejoignit sa nouvelle colonie, et, en même temps que lui, 35 navires quittèrent les côtes d'Islande pour le Groënland; 14 seulement arrivèrent. Les autres retournèrent en Islande ou se perdirent. Si chacun de ces 14 navires transportait une cinquantaine de personnes — ce qui n'est pas exagéré, comme nous l'indiquerons plus loin, étant donnée la taille ordinaire des navires normands — on peut évaluer à 600 à 700 le nombre des premiers colons du Groënland. Ces colons se divisèrent en deux groupes. Les plus nombreux s'installèrent dans le voisinage d'Eiriksfjord et formèrent ce qu'on appela les *Établissements de l'Est*. Leur groupement le plus important autour de la maison d'Eirik fut appelé Brattahlid. Les autres remontèrent le long de la côte occidentale du Groënland, et s'installèrent dans le voisinage de l'emplacement actuel de Godthaab, et créèrent les *Établissements de l'Ouest*. (La côte du Groënland est orientée à partir de Julianehaab vers le Nord-Ouest environ, et les établissements de l'Ouest n'étaient, en réalité, qu'à 5° de longitude plus à l'Ouest que les établissements de l'Est).

Vers 999, le fils d'Eirik le Rouge, Leif, fit voile du Groënland vers la Norvège, où il se convertit au christianisme. L'année suivante, il repartit vers le Groënland avec un prêtre pour convertir ses compatriotes. Son voyage, contrarié par la tempête, l'entraîna assez loin vers le Sud, sans doute jusqu'aux côtes du Labrador ou de Terre-Neuve, et il n'arriva au Groënland qu'en automne. Il convertit la plupart des colons. La nouvelle religion gagna rapidement du terrain, et en 1121 un évêché fut fondé à Gardar, tout près de Brattahlid. Au XII^e^ siècle il existait, outre l'église épiscopale de Gardar, 12 églises (sans doute de simples chapelles) à l'Est, et 4 à l'Ouest. Au XIII^e^ et au XIV^e^ siècles la colonie envoyait des subsides au Saint-Siège, sous forme de dents de morse, de fanons de baleines et de pelleteries. En 1418, le Groënland envoyait encore à Rome, comme denier de Saint-Pierre, 2.600 livres de dents de morse. Dix-sept évêques occupèrent le siège épiscopal jusque vers 1450, et pendant tout ce temps la colonie islandaise du Groënland paraît avoir été assez florissante et en relations assez fréquentes avec le Nord de l'Europe.

Non seulement les Groënlandais poussèrent leurs excursions vers les côtes d'Amérique, qu'ils découvrirent quatre siècles au moins avant Christophe Colomb, mais ils remontèrent assez loin vers le Nord, sans doute jusqu'à la Baie de Disco, par 70° de latitude, et peut-être même jusqu'à l'Ile des Femmes (72° 55' de latitude nord), que trois Normands auraient atteinte en 1135. On croit même qu'ils ont navigué dans le détroit de Barrow, par 75° de latitude.

Au commencement du XV^e^ siècle la colonie disparut. On pense que la piraterie, qui désola les États Scandinaves au XV^e^ siècle, empêcha les colons groënlandais d'entretenir des relations régulières avec l'Islande et la Norvège, et ces relations leur étaient indispensables ; le Groënland ne pouvait en effet suffire à leur existence, et il semble bien que leurs expéditions sur les côtes d'Amérique (à supposer qu'ils aient atteint les côtes hospitalières du Saint-Laurent) se heurtèrent toujours à l'hostilité des naturels. Des épidémies de peste, qui survinrent à la fin du XIV^e^ siècle, décimèrent les colons, et enfin il est probable que ceux qui restaient, diminués déjà par ces causes diverses, furent détruits ou réduits en esclavage par les Esquimaux, venus du Labrador et de la Terre de Baffin. Peut-être aurait-on le mot de cette énigme, qui continue à préoccuper les géographes polaires, en dépouillant les archives du Vatican, où la correspondance des évêques groënlandais a dû être conservée.

De quels moyens disposaient ces Norvégiens du X^e^ siècle pour franchir les 2.000 milles qui séparent l'Islande de la Norvège, et les 700 à 800 milles qui séparent le Groënland de l'Islande, sur une mer souvent démontée ? On peut affirmer aujourd'hui, grâce à des découvertes matérielles récentes, qu'ils excellaient dans les constructions navales. On a retrouvé en effet, en Norvège, des navires de l'époque des Vikings enfouis dans la vase et dans les sables, servant de tombeaux à des chefs ou à des rois.

M. A. Theunissen, dans un article récent de la *Revue Maritime* (janvier et février 1925) a donné des détails sur ces découvertes intéressantes et sur les navires Vikings qui figurent aujourd'hui, fort bien conservés, dans les Musées Norvégiens.

Les principaux hypogées scandinaves découverts sont celui d'Haugen, qui renfermait un navire de 15 mètres de long, celui de Gogstad et celui d'Oseberg.

Le navire découvert à Gogstad mesure 25 m. 40 de longueur, 5 m. 45 de largeur, et 2 mètres de profondeur. Sa quille, longue de 18 m. 80, supporte 18 couples. La coque est faite de 32 bordés, 16 de chaque côté, de 2 c/m 1/2 d'épaisseur et de 26 c/m de largeur ; ces bordés sont fixés entre eux par des rivets de fer, et sur les couples par des cordelettes. Le mât est au milieu. Les bancs supportaient 32 rameurs. Le gouvernail est situé à tribord arrière. Des boucliers ronds se superposent le long du bordage pour protéger l'équipage et les passagers. Le navire de Gogstad est le type du navire Viking des longues expéditions. Il est robuste et maniable. La proue très haute divisait la lame que les flancs judicieusement construits écartaient facilement. L'arrière est très semblable à l'avant. Les formes de sa coque rappellent un peu celles de nos pinasses d'Arcachon. Une réplique de ce bateau fut construite et conduite par des Norvégiens à travers l'Atlantique, à la fin du XIX^e^ siècle, pour l'exposition de Chicago.

Le navire d'Oseberg servait de sépulture à une reine et à sa servante. Il date du IX^e^ siècle. Situé à 4 kilomètres du rivage actuel, et à 15 mètres au-dessus du niveau de la mer, il était enseveli sous une colline de pierres amoncelées et recouvert de marne et de tourbe. De forme ronde, cette colline mesurait 40 mètres de diamètre et

(1) Pour les amateurs de curiosité littéraire, je signalerai que Chateaubriand a résumé sans trop d'inexactitudes ces voyages des Islandais au Groënland dans la préface du Voyage en Amérique.

Digitized by Google

6 m. 50 de hauteur au centre. C'est grâce à la tourbe constituant une fermeture hermétique, impénétrable aux agents atmosphériques, que la préservation fut parfaite. La longueur du bateau est de 21 m. 50 et sa largeur de 5 mètres. Sa coque est formée de bordés de chêne assemblés entre eux par des rivets de fer, et reliés aux couples par des cordelettes faites de fanons de baleine. Il y a 15 avirons de chaque bord, passant dans la coque par des ouvertures circulaires, à 60 centimètres environ au-dessus du niveau de l'eau. Le mât est unique, solidement implanté et supportant sans doute une voile carrée.

Les navires normands, dit le colonel Langlois, quoiqu'ayant une tenue remarquable en mer un peu houleuse, où leur forme et leur légèreté leur permettaient de s'élever à la lame, ne pouvaient guère résister aux gros temps. Ils chassaient devant le vent, ce qui explique les aventures des marins entraînés au loin par la tempête. La mer se vengeait parfois de l'audace de ces intrépides marins : il est souvent question dans les Sagas de gens perdus en mer.

L'audace des survivants n'en était pas atteinte, et pour les aventures les plus osées on trouvait toujours des volontaires. Si l'on veut bien imaginer ce que représente à notre époque la traversée de l'Atlantique Nord par nos Terres-Neuvas avec des moyens de tous genres infiniment supérieurs, on peut juger le courage ou le fatalisme inconscient de ces Normands qui se lançaient à l'aventure sur ces mers mauvaises aux noms sinistres : *mare congelatum*, *mare tenebrosum*...

J. Rouch.

Statistique

L'industrie lyonnaise de la soie en 1923. — L'industrie de la soie, à Lyon, a vue sa prospérité croître d'une façon sensiblement constante.

L'*Économiste français*, qui a examiné la situation de cette industrie, a publié la production de 1910 à 1923 inclus, évaluée en milliers de francs. Voici les nombres relatifs à la soierie seule :

1910	454.190	milliers de francs
1911	399.220	—
1912	413.000	—
1913	467.700	—
1914	324.400	—
1915	319.550	—
1916	411.700	—
1917	548.500	—
1918	699.500	—
1919	1.588.000	—
1920	2.373.000	—
1921	1.688.000	—
1922	2.233.000	—
1923	2.812.000	—

C'est donc, actuellement, pour l'industrie lyonnaise de la soie une production approchant trois milliards de francs chaque année.

Il faut noter ce fait très important que tandis que la consommation de la soie naturelle tombait de 5.805.000 kg. en 1922 à 4.708.000 kg. en 1923, celle de la soie artificielle montait de 900.000 à 2.900.000 kilogrammes. On sait d'ailleurs que les industriels lyonnais ont réussi à garder un monopole de la soie tant artificielle que naturelle.

Les acheteurs les plus importants de la production lyonnaise sont, à l'étranger : l'Angleterre qui a acheté, en 1923, 3.482.785 kg. valant 923.866.000 fr. Au deuxième rang, les États-Unis ont augmenté leurs achats de 300.000 kg. en 1923. La République Argentine, la Suisse, les Pays-Bas, le Canada, l'Italie, l'Espagne, figurent à la suite parmi les acheteurs de la soierie lyonnaise. La quantité de tissus de soie exportée en 1923 est supérieure de 22 % à celle exportée en 1922 : 8.145.000 kg. au lieu de 6.664.000.

La production de soie artificielle représente 13 % de la fabrication totale.

Cette industrie de la soie dans le remarquable état de prospérité où elle se maintient est une de celles qui contribueront évidemment beaucoup au rétablissement de notre change, si rien toutefois ne vient troubler le libre jeu des lois économiques naturelles.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie Civil

Emploi d'un gazogène au charbon de bois sur un rouleau compresseur pour l'entretien des routes. — D'après une note très substantielle de M. P. Tarnier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (1), l'emploi d'un gazogène à charbon de bois dans les rouleaux compresseurs à moteurs à explosions a donné les résultats les plus décisifs au point de vue économique.

Dans le département de Loir-et-Cher où sont utilisés des rouleaux à essence de construction américaine provenant de l'armée, on pouvait constater que le combustible consommé par kilomètre coûtait 2 fr. 40 alors que les rouleaux à vapeur ne consommaient que 1 fr. 50 ce qui pour 4.000 km. parcourus par an représentait, en faveur du charbon, une différence de 3.600 fr. par an. Et ces nombres se rapportent à des rouleaux à essence munis d'un perfectionnement spécial qui économisait déjà près de la moitié de ce combustible précieux.

M. Beaufrère, ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé du matériel routier fut prié d'essayer sur ces rouleaux l'adaptation d'un gazogène Cazes. Un rouleau de 8 tonnes (Austin), possédant un moteur de 28 chevaux, fut muni d'un gazogène d'un poids total de 500 kilog. environ.

Voici les résultats, moyenne de 1540 kilomètres :

Charbon de bois	2 k. 32 à 0,45	1 fr. 044
Essence	0 l. 18 à 1.80	0 » 324
Pétrole	0 » 19 à 1.45	0 » 145
Huile	0 » 11 à 4.00	0 » 44
Salaire		1 » 37
	Total	3 fr. 323

La marche à l'essence aurait nécessité :

Essence	1 l. 75 à 1 fr. 80	3,15
Huile	0 » 20 à 4 » 00	0,80
Salaire		0,75
	Total	4,70

Ce qui représente par km. 1 fr. 37 d'économie avec l'emploi du charbon de bois, et par an 5.480 fr. En comparant ce chiffre avec celui, signalé plus haut, par M. Tarnier il est même évident que le gazogène à charbon de bois est plus économique que le charbon (moteur

(1) *L'Écho forestier*, 15 janvier 1925.

Digitized by Google

à vapeur) puisque ce dernier combustible ne permettrait que 3.600 fr. d'économie sur l'essence.

Il faut noter que l'installation du gazogène a coûté environ 8.000 fr. et que le fonctionnement en a été très régulier. L. R.

Chimie appliquée

Les bouteilles métalliques à air liquide (1). — La manutention industrielle de l'air liquide dans des vases de Dewar en verre serait impraticable, pour des raisons évidentes de fragilité et de faible capacité. D'où la création, par divers industriels, de récipients métalliques, basés d'ailleurs sur le même principe que les vases de Dewar. La figure ci-contre en représente un modèle bien

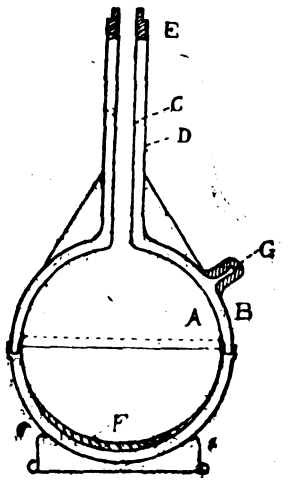


Fig. 189. — Bouteille métallique à air liquide.

étudié, d'origine allemande. On y distingue les deux enveloppes concentriques habituelles, séparées par un espace vide. Mais ici, ces récipients sont en cuivre ou en laiton, et l'on a placé entre eux une certaine quantité de charbon de bois. Les deux ballons A et B sont formés chacun de deux hémisphères emboutis, assemblés par soudure, et dont les cols sont soudés à un même solide tampon de laiton étiré. Le col extérieur est, d'autre part, renforcé par un collier conique fixé à ce col et au ballon. On extrait l'air de l'espace à vider au moyen d'un tube de plomb G, que l'on aplatit, puis soude avec une petite flamme de gaz, après que le vide a été obtenu. Ce tube assez fragile est protégé par une calotte de métal remplie de cire ou de bitume. Les surfaces des ballons qui se regardent sont soigneusement polies, de façon à réduire l'apport de chaleur à l'air liquide par rayonnement. La couche de charbon de bois, fixé en F à la surface externe du ballon intérieur, est destinée à maintenir le vide, par absorption du gaz effusé très lentement à l'intérieur de l'espace vide grâce à la faible porosité du métal. Le rôle de ce charbon est important : une pression initiale de 0,1 mm. de mercure, est réduite à 0,000.002 mm. de mercure à la température de l'air liquide. A cette très basse pression, le gain de chaleur par conduction à travers l'espace vide devient tout à fait négligeable par rapport aux autres causes d'apport de la chaleur. Et, pour ces motifs, il n'est pas nécessaire de réduire la pression à la très faible valeur atteinte dans le cas des ballons à air liquide en verre.

L'expérience a montré que l'effusion dont il a été question plus haut accroît la pression dans l'espace vide de 0,011 mm. par mois, environ, par suite de l'existence de pores excessivement fins traversant les enveloppes de métal. Cet accroissement de pression, lent mais continu, nécessite une réévacuation périodique de l'enveloppe, ce que l'on accomplit aisément avec une simple pompe à main, comme la pompe Geryk. L. Brüninghaus.

(1) D'après *Nature*, de Londres : 114 (1924), 543-545.

NOUVELLES

Royal Institution of Great Britain. — Sur l'initiative de la Royal Institution, le centenaire de la découverte du benzène par Faraday (*Philos. Transact.*, 1825 et *Ann. de Chim. et de Physique*, t. XXX) va être célébré. L'Académie des Sciences a délégué M. le professeur Gabriel Bertrand pour la représenter à cette solennité.

Institut français de Varsovie. — Le 27 avril, on a inauguré l'Institut français de Varsovie ; le Ministre de l'Instruction publique, M. Grabski, a fait ressortir l'importance de cette création qui doit favoriser la collaboration intellectuelle des deux nations amies.

Société nationale de recherches sur le traitement des combustibles. — Un groupement, présidé par M. Daniel Berthelot, qui compte des savants comme MM. Le Chatelier, Sabatier, Béhal, Charpy, etc., et de nombreux industriels, a fondé un laboratoire en vue de la transformation des combustibles à Villers-Saint-Paul (Oise). Ce laboratoire est analogue à celui de l'Institut Kaiser Wilhem du Charbon, établi à Mulheim et dirigé par le Professeur Frenz Fischer.

Société française de Physique. — L'exposition de la Société française de Physique s'est tenue dans la semaine de Pâques, avec beaucoup de succès. La tradition d'avant-guerre est ainsi reprise, pour le plus grand bien du progrès scientifique.

La Société a reçu, récemment, un don de 100.000 fr. Voici en quels termes le président, M. Ch. Fabry, a annoncé cette bonne nouvelle :

« Nous avons appris, un peu tardivement, le décès du Dr Defoix, mort à Buenos-Ayres au mois de novembre dernier, âgé de plus de 80 ans. Le Dr Defoix, qui habitait tantôt Paris et tantôt la République Argentine, était, pour notre Société, dont il faisait partie depuis longtemps, un ami discret et dévoué. Ami discret, car la plupart d'entre nous ne le connaissaient pas ; mais dévoué d'une manière réellement efficace.

« Sa mort, en effet, nous a été notifiée par son notaire, qui nous faisait savoir que le Dr Defoix nous laissait, par testament, fait à Paris en 1922, la somme nette de 100.000 fr. Les considérants, par lesquels le Dr Defoix, dans son testament, explique son legs, ne sont pas longs, mais, dans leur brièveté, ils sont particulièrement flatteurs pour notre Société. En voici les termes :

« Je lègue à la Société de Physique, dont je suis membre depuis longtemps, la somme nette de 100.000 francs, en reconnaissance des services qu'elle rend à mon pays. »

« Vos Commissaires aux comptes vous montreront tout à l'heure que notre situation financière n'est pas extrêmement brillante ; le Dr Defoix semble avoir prévu que notre situation matérielle pourrait être inférieure à notre situation scientifique et morale, et il a voulu nous laisser la possibilité de vivre, ce qui est la première condition pour pouvoir continuer à bien faire. Son legs est, en effet, net, et de plus

Digitized by Google

sans affectation déterminée ; il nous fait confiance pour que nous en fassions le meilleur usage.

« Nous ne sommes d'ailleurs pas les seuls bénéficiaires des libéralités intelligentes du Dr Defoix. Etabli depuis 1875 à Buenos-Ayres, il s'y était fait une importante situation matérielle et morale ; des écoles établies sur ses terres, des améliorations utiles à l'agriculture, avaient rendu son nom populaire, en même temps que celui de son pays natal, qu'il était loin d'avoir oublié. On raconte qu'une des choses qui lui manquaient dans son pays d'adoption était de ne pas entendre le chant des oiseaux des bords de la Loire, et qu'il fit une tentative pour transporter en Argentine quelques centaines de rossignols, qui furent malheureusement dévorés par les oiseaux de proie ; il n'eut d'autre ressource que de revenir, presque chaque année, revoir son village natal, Montjean (Maine-et-Loire), qui lui doit plusieurs établissements d'utilité publique et à qui il a laissé une somme importante. Le legs qu'il nous fait montre qu'il n'oubliait pas la science de son pays.

« Je suis sûr d'être votre interprète en adressant à sa famille, au Dr Gaillard, son gendre, à Mlle Gaillard, sa petite-fille, à Mme Morel, sa fille, les condoléances de notre Société, ainsi que l'expression de notre reconnaissance pour le legs que nous a fait le Dr Defoix ».

Le Conseil International de Chimie Solvay. — Un Conseil International de Chimie, organisé par l'Institut International de Chimie Solvay, a tenu ses assises à Bruxelles.

A l'instar des Conseils de physique que fonda premièrement M. Ernest Solvay, le Conseil de chimie se réunit tous les trois ans. Son fonctionnement diffère des Congrès habituels tout d'abord par le nombre des participants, qui est strictement limité à vingt-cinq environ. Ensuite, le programme est nettement défini un an d'avance par la Commission scientifique de l'Institut International de Chimie Solvay.

Les Conseils de chimie ont encore ce caractère particulier que les participants sont, dès leur arrivée, les hôtes de cet Institut, ce qui leur offre une occasion de contact prolongé, de nature à accroître encore les résultats des travaux.

Enfin, la nature, le nombre des questions, le choix des rapporteurs sont fixés par cette commission, de manière à circonscrire aussi nettement que possible le champ des débats et à éviter les délibérations chaotiques coutumières de tant de Congrès.

Le but est de coopérer à la consolidation des lois scientifiques tout autant qu'à l'orientation des théories et au tracé des voies nouvelles, en permettant aux chercheurs les plus compétents et les plus féconds de la science expérimentale de confronter, dans une atmosphère de calme et d'ordre parfait, leurs principes, leurs théories et leurs symboles.

La Commission de l'Institut doit donc s'efforcer de dégager les grands moments de développement de la science contemporaine.

Le premier Conseil fut présidé, comme celui qui se tient en ce moment, par sir W. Pope, chimiste, organicien de grand renom de l'Université de Cambridge, correspondant de l'Institut de France.

Les travaux du premier Conseil ont été publiés à Paris, en volumes séparés, par la librairie Gauthier-Villars, sous le titre : « Cinq questions d'actualité ».

Nos lecteurs pourront y trouver des documents d'un haut intérêt sur la radio-activité, l'analyse par les rayons X, l'isotopie, la structure moléculaire et la valence.

Dans son allocution d'ouverture, jeudi 16 avril, sir W. Pope a rappelé avec émotion la perte irréparable faite par l'Institut dans la personne de M. Ernest Solvay, qui, déjà octogénaire, avait encore, en 1922, pu présider en personne les séances du premier Conseil. Il a associé à son nom celui d'Emile Tassel, qui avait pris une part fort importante dans l'organisation de l'Institut.

Un vaste ensemble de questions a été soumis à l'étude de l'assemblée actuellement réunie.

Le programme comprenait l'analyse par les rayons X des structures cristallines dans les substances métalliques ; l'étude du mécanisme des transformations chimiques et des variations de structure interne des molécules ; le rôle de la lumière dans les actions chimiques ; le mécanisme de la catalyse, à laquelle on doit l'évolution saisissante des industries chimiques dans ces dernières années.

L'examen de ces questions a conduit les délibérations du Conseil jusqu'au seuil des sciences biologiques par l'étude des structures colloïdales et celle de la catalyse par les ferments.

Les savants appelés à ces délibérations qui ont pu venir à Bruxelles, sur l'invitation de la Commission administrative de l'Institut, laquelle est composée de MM. Paul Héger, Armand Solvay, Georges Chavanne, Charles Lefébure, sont les suivants :

Sir Pope, de Cambridge ; MM. Briner (Genève), Duclaux (Paris), Jaeger (Groningue), Job (Paris), Perrin (Paris), Swarts (Gand), H.-E. Armstrong (Londres), E.-F. Armstrong (Warrington), G. Barger (Edimbourg), W. Barlow (Stanmore), A. Berthoud (Neuchâtel), J. Boeseken (Delft), W.-L. Bragg (Manchester), Hardy (Cambridge), Lowry (Cambridge), Mauguin (Paris), Moureu (Paris), E.-K. Rideal (Cambridge), Staudinger (Zurich), H. von Euler (Stockholm), ainsi que les professeurs et assistants de l'Université de Bruxelles : MM. G. Chavanne, Dony-Henault, J. Timmermans, H. Wuyts, E. Saerens ; MM. Herzen, ancien collaborateur de M. Ernest Solvay, et Flamache, directeur des laboratoires de la Compagnie Solvay.

Ainsi se perpétue, dans des œuvres vivantes et du plus haut intérêt pour la société, la pensée féconde d'Ernest Solvay, qui conçut l'idée de ces réunions et qui en assura la réalisation matérielle.

Institut franco-turc de Stamboul. — M. P. Boyer, directeur de l'Ecole des langues orientales, vient de régler la création de ce centre de recherches où des savants, des gens de lettres ou des artistes français peuvent poursuivre des études sur l'Orient, en liaison avec l'Université turque.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Ecole Normale supérieure.* — M. Lanson, professeur à la Faculté des Lettres, est maintenu, pendant une nouvelle période de cinq années, dans les fonctions de directeur de l'Ecole.

Faculté des Sciences. — M. le professeur Jean Perrin est attaché au cabinet civil de M. Emile Borel, ministre de la Marine, au titre de chargé de missions.

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences mathématiques, le 25 avril, M. Razmadzé, « Solutions discontinues dans le calcul des variations. »

Le 5 mai, M. Krebs, « Sur deux équations aux dérivées partielles. »

Pour le doctorat ès-sciences naturelles, le 28 avril : M. Simonnet, « Le facteur liposoluble A ; la croissance et la reproduction. »

Pour le doctorat d'Université, le 5 mai : M. Abdallah, « L'Epire méridionale et ses gisements pétrolifères. »

Muséum national d'histoire naturelle. — Le cours de culture de M. le professeur D. Bois (arbres fruitiers) est commencé depuis le 21 avril ; il a lieu les mardis et vendredis à 10 heures (amph. de Zoologie). Des exercices ont lieu au laboratoire et dans le jardin.

— Le cours de paléontologie de M. le professeur M. Boule,

Digitized by Google

commencé le 29 avril (Mammifères quaternaires), a lieu les mercredis et vendredis, à 15 heures. Le laboratoire de recherches est ouvert, tous les jours, de 10 heures à 18 heures.

— Le cours d'anthropologie de M. le professeur Verneau a commencé le 28 avril : leçons mardis et samedis, à 15 heures. « Les races de nos colonies et des pays de protectorat. »

— Le cours de chimie appliquée aux corps organiques de M. le professeur Louis-Jacques Simon a été ouvert le 7 mai. Les leçons ont lieu les mercredis et vendredis, à 17 h.

Conservatoire des Arts et Métiers. — Sont nommés conseillers techniques du Musée : le capitaine L. Hirschauer (aviation et aéronautique), MM. Brandt (ferronnerie), Dumanoir (navigation), A. Herdner (locomotion et transport sur rails).

— Le cours public de télégraphie et téléphonie sans fil, annexé à la chaire d'électricité industrielle, est commencé depuis le 27 avril.

Les inscriptions pour les travaux pratiques sont reçues au secrétariat, 292, rue Saint-Martin.

— La riche bibliothèque du Conservatoire est ouverte les dimanches de 10 heures à 15 heures.

— Les chaires de « chauffage industriel et verrerie » et de « céramique, chaux et ciments » sont déclarées vacantes (*J. off.*, 29 avril). Les demandes de candidature doivent être adressées au sous-secrétariat de l'Enseignement technique, avant un mois.

École polytechnique. — L'emploi d'examinateur d'admission pour les mathématiques, ainsi que deux emplois d'examinateur suppléant sont déclarés vacants : les candidatures doivent être présentées avant le 15 mai.

Écoles des Mines. — Un décret (25 avril) modifie les dispositions des décrets précédents. En outre des élèves admis par concours à l'École supérieure de Paris et à l'École de Saint-Étienne, les élèves sortant de l'École polytechnique avec des notes reconnues suffisantes pourront être admis sans concours. Le nombre des élèves sera fixé chaque année et la demande d'admission devra avoir lieu avant le 15 juillet.

École des Ponts et Chaussées. — Le nombre des places mises au concours pour l'admission des ingénieurs des travaux de l'État est fixé à quatre.

Université de Lyon. — M. Mouriquand, professeur de pathologie générale, est nommé professeur de clinique médicale.

Université de Strasbourg. — Une fête a été organisée, le 27 avril, par les étudiants au profit du Sanatorium des Écoles de Saint-Hilaire du Touvet, fondé par l'Union nationale des Étudiants. M. Georges Leygues a prononcé un discours et fait ressortir les heureuses dispositions de l'esprit et du caractère alsaciens.

Université de Bordeaux. — Le professeur Portmann, de la Faculté de médecine, vient de faire un voyage en Russie où il a visité les hôpitaux. A Moscou, il a fait deux conférences; il s'est appliqué à renouer les relations entre les Facultés russes et françaises.

Écoles de médecine et de pharmacie. — Un concours pour l'emploi de chef des travaux d'anatomie pathologique à l'École de Nantes s'ouvrira le 2 novembre prochain.

Écoles nationales d'agriculture. — Un concours aura lieu le 18 mai prochain pour le poste de chef des travaux de zootechnie à l'École de Grignon.

Université de Santiago. — M. le professeur de physiologie Lapicque, de la Faculté des Sciences de Paris, va faire, pendant le prochain semestre, un cours à la Faculté des Sciences de Santiago, dont l'Université fut fondée en 1743.

R. L.

NÉCROLOGIE

Albin Haller. — L'illustre chimiste vient de mourir après une courte maladie, à l'âge de 76 ans. C'est une personnalité considérable qui disparaît. Nous résumerons prochainement sa vie et son œuvre. Ch. M.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 6 avril 1925

THÉORIE DES NOMBRES. — *P.-J. Myrberg* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les invariants arithmétiques.**

GÉOMÉTRIE. — *H. Eyraud* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur deux déformations complémentaires de l'espace à connexion affine général.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Léon Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur l'intégration des équations différentielles avec des conditions initiales générales comprenant celles de Cauchy.**

MÉCANIQUE. — *Jean Villey et Pierre Vernotte* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Entretien électrique d'oscillations pendulaires sans contact matériel.**

Non seulement cet entretien peut être obtenu sans contact matériel, mais aussi en supprimant tout dispositif accessoire de déclanchement et cela au moyen d'attractions électrostatiques entre le pendule et ses supports fixes, réglées par une configuration géométrique convenable du système.

ASTRONOMIE. — *M^lle O. Jasse* (prés. par M. Bigourdan). **Observations des comètes Schain (1925, a) et Reid (1925, b) faites à l'Observatoire de Marseille (Equatorial d'Eichens, 0 m. 26 d'ouverture).**

Ces observations ont été faites les 29 et 30 mars ; la comète Schain apparaissait comme une nébulosité de 2′ d'étendue, présentant une condensation de grandeur 11,5 ; la comète Reid était de grandeur 9,5, présentait une forte condensation entourée d'une nébulosité de 3′ d'étendue.

— *P. Chofardet* (prés par M. B. Baillaud). — **Observations des comètes Schain (1925, a) et Reid (1925, b), faites à l'Observatoires de Besançon, avec l'équatorial coudé.**

Les observations ont eu lieu les 30, 31 mars, 1 et 2 avril. En particulier le 31 mars, la comète Reid était de 8^e grandeur avec un noyau rond, large de 8″, au centre d'une chevelure légère, s'estompant sur 3′ de diamètre.

ASTRONOMIE COSMOGONIQUE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **Trajectoire du proto-soleil dans la nébuleuse primitive et origine des comètes.**

Les résultats obtenus en balistique peuvent servir d'introduction à cette étude, fort complexe d'ailleurs, dont la solution analytique semble inabordable en raison des multiples variables qu'elle comporte. Mais on peut en tirer des conséquences intéressantes, en s'inspirant des points de vue mis en relief dans les ouvrages « Essai de Cosmogonie » et « Origine des Mondes », publiés par M. Belot.

PHYSIQUE DES RADIATIONS. — *A. Grumbach* (prés. par. M. Cotton). — **Les phénomènes de surface dans les éléments photovoltaïques à liquide fluorescent.**

De nouvelles expériences confirment les faits déjà énoncés par l'auteur au sujet de l'origine de la force électromotrice dans les éléments photovoltaïques, qui serait due à une modification de la surface de l'électrode adsorbant les molécules dissoutes, transformées par la lumière.

OPTIQUE. — *Charles Chéneveau* (prés. par M. Paul Janet). —

Digitized by Google

Sur quelques propriétés optiques des milieux troubles résineux solides.

Ces substances incorporées de particules sphériques d'eau liquide, se comportent comme des milieux troubles, de constitution physique inverse des suspensions de résine dans l'eau. Elles transmettent la lumière suivant la loi $I = I_0 e^{-\frac{A}{\lambda^n}}$ où n est négatif et inférieur à 4, parce que les dimensions des particules sont égales aux longueurs d'onde des diverses radiations du spectre visible.

— *L. Vegard, H. Kamerlingh Onnes et W.-H. Keesom.* — **Émission de lumière par des gaz solidifiés à la température de l'hélium liquide et origine du spectre auroral.**

L'azote pur donne la même bande N_1 à la température de l'hélium liquide qu'à celle de l'hydrogène liquide. Au contraire la bande N_2 se divise en deux composantes (5236 et 5222). Si l'azote est mélangé à du néon, son spectre subit des changements ; la bande N_1 tend vers une raie ($\lambda = 5578{,}8$) dont la longueur d'onde diffère de 1,2 A de celle de la raie verte de l'aurore boréale ; cette différence serait bien due à la présence du néon.

SPECTROSCOPIE. — *G. Réchou* (prés. par M. de Broglie). — **Étude spectrographique de la série K des éléments lourds.**

On s'est servi d'un tube pouvant fonctionner sous 170 kilovolts (Dauvillier) et on a employé la méthode photographique avec cristal tournant de M. de Broglie ; on a ainsi déterminé les longueurs d'onde des quatre raies de la série K pour les éléments lourds : Ta, Tu, Os, Ir, Pt, Au, Th, Pb, Bi, U.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L. Eblé* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans le centre de la France.**

Il s'agit de 45 stations situées dans les départements du Loir-et-Cher (14), du Cher (17) et de la Nièvre (14) ; 20 appartiennent à l'ancien réseau de Moureaux.

Voici le tabelau des variations séculaires 1896,0—1982,0 pour chaque département :

	△D	△I	△H
Loir-et-Cher	—2°57'	—0°35'	+0,0018
Cher	—2°59'	—0°35'	+0,0019
Nièvre	—3°2'	—0°32'	+0,0015

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau et M. Coyecque* (prés. par M. G. Ferrié). — **Les atmosphériques sur les océans. Leurs caractères météorologiques.**

Voici le résumé de ces observations : les phénomènes observés dans l'Atlantique, le Pacifique et la mer des Antilles présentent qualitativement la même allure que ceux observés en France. Il existe toutefois des différences dans les valeurs numériques : les fronts froids et les fronts doubles sont annoncés sur l'Océan beaucoup plus tôt qu'en France (quelques centaines de milles au lieu de quelques dizaines de kilomètres). La disparition des atmosphériques, consécutive aux fronts froids, dure plus longtemps (quelques heures) sur l'Océan qu'en France où elle n'est observée que pendant un temps de l'ordre du quart d'heure après le passage des lignes de grains.

MÉTÉOROLOGIE. — *Henry Hubert.* — **Problèmes pratiques de météorologie concernant l'Afrique occidentale française.**

Il apparaît que les renseignements tirés des sondages aériens combinés avec l'écoute des parasites atmosphériques permet de prévoir quelques heures à l'avance le passage des grains. En ce qui concerne la prévision, deux ou trois mois à l'avance, de l'ordre de grandeur probable des précipitations, il semble qu'on puisse la déduire de la distribution des pluies tirée mois par mois d'observations antérieures, en tenant compte, en quelques localités choisies, des influences exercées par les trois centres d'action des Açores, de Sainte-Hélène et de Sibérie. R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Job* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude spectrographique du complexe iodocadmique.**

L'auteur a montré que l'étude des spectres d'absorption peut renseigner sur la formule et la stabilité des composés qui se forment quand on mélange deux solutions; Dans le cas du mélange de SO^4Cd et de IK, l'absorption passe par un maximum pour 80 % de IK correspondant à 4 I pour 1 Cd. La constante d'équilibre peut être calculée en fonction de la composition.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Mailhe* (transm. par M. P. Sabatier). — **Décomposition catalytique des chlorures d'acides.**

Alors qu'en présence de Ni à 420°, le chlorure de benzoïle se décompose en CO et C^6H^5Cl, les chlorures d'acides aliphatiques se décomposent en CO, ClH et carbures éthyléniques. Avec le chlorure de propionyle, on obtient l'éthylène. Le chlorure d'acétyle donne de l'hydrogène. A. RIGAUT.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Vincent.* — **Nouvelles recherches sur la pathogénie de la colibacillurie. Action d'un sérum thérapeutique anticolibacillaire.**

Ayant préparé un sérum anticolibacillaire par l'inoculation au cheval, dans des conditions spéciales, du *B. coli* d'origine urinaire, l'auteur a constaté que l'immunisation passive par ce sérum a provoqué chez le malade soumis au traitement des effets thérapeutiques limités au seul appareil rénal. La sensibilisatrice apportée dans les lacis vasculaires des glomérules de Malpighi a exercé dans cette zone son action spécifique, protectrice et curative. Mais la persistance du bacille dans la vessie montre que, conformément à la loi que M. Vincent a posée, l'anticorps n'était pas parvenu dans cette dernière cavité.

L'injection sous-cutanée d'un sérum spécifique peut amener la guérison d'une pyélonéphrite suppurée à colibacilles.

— *G. Guittonneau* (prés. par M. Lindet). — **Sur la formation d'hyposulfites aux dépens du soufre par les microorganismes du sol.**

L'auteur a pu constater que divers microorganismes du sol sont capables de solubiliser le soufre élementaire à l'état d'hyposulfites. Les microorganismes étudiés provenaient d'une terre de jardin additionnée de 5 pour 1.000 de soufre et de 30 pour 1.000 de carbonate de chaux. L'analyse y révélait au bout de 15 jours une oxydation intense du soufre.

GÉOLOGIE. — *L. P. Voitesti* (prés. par M. Emile Haug). — **Galets à facettes dans la brèche tectonique des massifs de sel de Roumanie,**

Ayant eu l'occasion, cette année, de revoir la brèche tectonique du massif de sel de Podenii Noui, l'auteur y a trouvé presque toutes les formes de cailloux à facettes de l'argile à blocaux du Permien du Salt Range (Inde).

— *J. Savornin* (transm. par Ch. Depéret). — **Le Djebel Hadid (Grand Atlas oriental).**

Le Djebel Hadid, comme l'Ayachi, faisait partie des reliefs du Grand Atlas déjà plissés et particulièrement émergés, lors de la transgression albo-cénomanienne. L'Oum Chakourt, prolongement du Hadid, était une île. L'ébauche structurale du Grand Atlas remonte donc à des temps fort anciens.

— *Frédéric Hermann* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur l'éventail de Bagnes et la nappe de la Dent Blanche.**

L'*éventail de Bagnes*, partie frontale de la carapace de la nappe du Grand Saint-Bernard, a été plissé en éventail au cours des dernières phases de la mise en place des nappes alpines. Il n'est plus possible d'attribuer un rôle actif à la poussée exercée par la nappe de la Dent Blanche sur celle du Grand Saint-Bernard, dans la formation de ce phénomène conçu enfin dans sa véritable nature : il faut en voir la cause dans la surrection, contemporaine à l'avancée des nappes, du Mont-Blanc.

Digitized by Google

L'auteur signale un nouveau lambeau de la nappe de la Dent Blanche à la Becca de Toss en Valgrisenche.

BOTANIQUE. — *P. Lavialle* (prés. par M. Guignard). — **Sur le sac embryonnaire des Dipsacées.**

Chez le *Knautia arvensis* Coult, pris comme type, les cellules du tapis qui se trouvent au niveau des antipodes se divisent tangentiellement et donnent naissance à un manchon de cellules qui entoure et comprime les antipodes et qui peut même les dépasser vers la région supérieure dilatée du sac.

Les antipodes s'hypertrophient tour à tour, s'égrènent et versent successivement leur contenu dans la cavité du sac.

Les substances apportées par les antipodes et par la gaine antipodaire se mélangent immédiatement entre elles, mais pas avec le contenu du sac, qui est très nettement refoulé (noyaux compris) vers le canal micropylaire. La masse des cellules du tapis qui limitent la partie renflée du sac perd finalement toute structure et se mélange au contenu du sac.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *M^lle Y. Trouard-Riolle* (prés. par M. Guignard). — **Le croisement Orge noire à barbes lisses × Orge blanche à barbes rugueuses (Orge Albert).**

Il s'agit de l'hybridation dont les auteurs ont décrit précédemment les deux premières générations F_1 et F_2 et dont ils ont, après quatre ans, récolté et examiné un à un, en F_3, 2.500 épis environ et en F_4 plus de 10.000.

Quatre ans après le croisement, l'hybridation n'a pas fini de faire sentir son influence, bien que nombre de formes tendent à se fixer. Le schéma mendélien reste apparent dans ses grandes lignes, mais aucun des types qui émanent de l'hybride classique à deux dominantes ne se montre immédiatement stable; une sélection ultérieure est donc indispensable.

PHYSIOLOGIE. — *A. Goris* et *M. Métin* (prés. par M. Roux). **Action préventive de l'anthorine vis-à-vis de l'aconitine.**

Le mot *Anthora* (*Aconitum Anthora*) signifie étymologiquement « contre le Thora », qui désigne l'*A. Napellus*. Cette dénomination doit provenir d'observations empiriques traduisant une action antagoniste entre les deux Aconits, le premier provoquant une immunisation contre les effets toxiques du second. Les auteurs ont voulu vérifier si l'expérimentation physiologique confirmait ces observations en s'adressant aux principes actifs de ces plantes, l'anthorine et l'aconitine.

L'anthorine n'agit pas comme antidote et les auteurs concluent à une propriété phylactique de cet alcaloïde vis-à-vis de l'aconitine. Cette action protectrice s'exerce contre une dose supérieure de 50 % à la dose mortelle; elle se prolonge pendant 24 heures au moins.

Il semble que l'anthorine se fixe sur les cellules nerveuses et empêche l'aconitive de venir s'y fixer.

CYTOLOGIE. — *M. Parat* et *J. Painlevé* (prés. par M. Henneguy). — **Sur l'exacte concordance des caractères du vacuome et de l'appareil de Golgi classique.**

Le vacuome se voit sur le vivant, sur les pièces fixées, concorde, par ses caractères de constance, de position et de dimension, avec l'appareil de Golgi classique et joue manifestement un rôle de premier plan dans la physiologie cellulaire à côté du chondriome et du noyau.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Edouard Chatton* et *M^me Chatton* (prés. par M. F. Mesnil). — **L'action des facteurs externes sur les Infusoires. La conjugaison du Glaucoma scintillans déterminée par modification de la proportion des constituants d'un milieu chimiquement défini.**

Pour provoquer la conjugaison du *Glaucoma scintillans*, les auteurs ont utilisé des mélanges simples et constants de corps chimiquement définis. Le milieu auquel ils se sont arrêtés est constitué ainsi : lactate d'ammoniaque, 2 g.; phosphate bipotassique, 0 g. 8; chlorure de sodium, 0 g. 3; glucose, 0 g. 5; eau distillée, 1.000.

Dans leurs cultures en milieu défini, les auteurs sont parvenus à provoquer la conjugaison en modifiant les proportions des différents constituants du milieu, en diminuant la dose du mélange salin (lactate, phosphate, chlorure) par rapport à la dose de sucre.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur les altérations cytoplasmiques et nucléaires au cours de l'évolution de la grasserie du ver à soie.**

Le parasite (visible seulement à l'ultramicroscope) pénètre d'abord dans le cytoplasme des cellules respectives et s'y multiplie activement; sous cette influence, les chondriocontes se fragmentent et se transforment en granules. L'hypertrophie du noyau, symptôme caractéristique de la maladie, paraît avoir pour cause une rupture d'équilibre osmotique entre le cytoplasme et le noyau. Des cristalloïdes, de forme généralement polyédrique, prennent naissance dans le noyau aux dépens de la chromatine diffuse ou condensée.

P. GUÉRIN.

Séance du mardi 14 avril 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Sur un type de fonctions quasi analytiques.**

— *Oscar Zariski* (prés. par M. Jacques Hadamard). — **Sur le développement d'une fonction algébroïde dans un domaine contenant plusieurs points critiques.**

— *S.-Ch. Bochner* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les fonctions presque périodiques de Bohr.**

GÉOMÉTRIE ET CHRONOMÉTRIE. — *Jules Andrade.* — **Le mécanisme général de la synchronisation.**

CHRONOMÉTRIE. — *G. Ferrié et R. Jouaust.* — **L'emploi des cellules photo-électriques à l'observation et à l'entretien des pendules astronomiques.**

Le battement de la seconde peut être obtenu, en fixant sur le balancier un miroir qui renvoie un rayon lumineux sur la cellule photo-électrique au potassium associée avec une lampe à trois électrodes. L'entretien des oscillations est assuré par le courant photoélectrique amplifié par le même procédé et passant dans une bobine sans noyau, dans laquelle pénètre une des branches d'un aimant en fer à cheval; l'impulsion a lieu juste au moment où le balancier passe par la position d'équilibre.

ASTRONOMIE. — *Comas Solà* (prés. par M. B. Baillaud). — **Sur la comète Schain (1925, a).**

La présence de cette comète a été reconnue par M. Comas Solà, dans un cliché photographique obtenu pendant la nuit du 23 mars; l'astronome Schain l'avait observée la veille à l'Observatoire de Simais.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Charles Nordmann et C. Le Morvan* (prés. par M. Deslandres). — **La théorie balistique et les étoiles à variation continue.**

Poursuivant plus loin que M. La Rosa les conséquences de l'hypothèse balistique de Ritz, les auteurs établissent que, dans toutes les étoiles variables à variation continue, l'étoile tournante possède une température plus élevée que l'étoile principale.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Louis Damblanc* (prés. par M. Paul Painlevé). — **Sur un dispositif semblable aux moteurs d'aviation pour réduire les pertes de puissance en altitude.**

Ce dispositif est très léger et il permet de faire grandir progressivement à la fois la cylindrée, la course et la compression volumétrique; le moteur reste normal à toutes les altitudes avec un rendement élevé. Aucun danger d'incendie n'est à craindre, même en cas de grippage ou de blocage du dispositif.

PHYSIQUE. — *Jean Dubief* (prés. par M.M. Brillouin).

Digitized by Google

— **Variation de la viscosité des fluides en fonction du volume**

On établit en particulier que la viscosité d'un gaz réel, à la température T, comprimé sous le volume v, est égale à celle qu'il aurait à l'état de gaz parfait multipliée par le rapport $\frac{1}{v-b_0}$ (v étant le volume du gaz, b_0 le covolume de Van der Waals).

RADIOACTIVITÉ. — *Jean Thibaud* (prés par M. Maurice de Broglie). — **Sur la quantité de chaleur dégagée, sous forme de sayonnement γ, lors de la désintégration radioactive.**

Chaque émission de corpuscules par le radium entraîne un rayonnement γ, qui correspond à une énergie notable ; pour RaB+C, elle atteint 16 % de l'effet calorifique total.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Louis-Jacques Simon.* — **Neutralisation viscosimétrique des monoacides par les alcalis. Comparaison des chlorate, bromate et nitrate alcalins.**

Voici la conclusion de l'auteur : la mesure de la viscosité en solution aqueuse met en évidence d'une façon particulièrement nette la neutralisation des monoacides examinés ; par contre, elle n'autorise pas de conclusion en ce qui concerne la relation entre la viscosité et l'isomorphisme observée précédemment sur les polyacides.

PHOTOCHIMIE. — *Volmar* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la photolyse des acides bibasiques.**

L'introduction dans une molécule d'acide d'un deuxième carboxyle augmente sa sensibilité à la lumière ; la longueur d'onde active est d'autant plus grande que les deux carboxyles sont plus voisins. L'influence réciproque des deux carboxyles cesse rapidement quand la chaîne s'allonge. A partir de l'acide succinique, chacun se comporte comme s'il était seul ; la photolyse se produit, comme pour les acides monobasiques, sous l'influence de radiations de longueur d'onde 0,21.

A. RIGAUT.

BOTANIQUE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Guignard). — **Homologies foliaires chez la Violette odorante : étamines et carpelles.**

Les étamines de la Violette odorante sont homologues des pétales ; pour interpréter le pistil, l'hypothèse d'une seule feuille carpellaire close, médiane et antérieure, paraît à la fois la plus simple et la meilleure.

— *O. Munerati* (prés. par M. Molliard). — **Variations dans la composition du jus d'une betterave suivant l'état de désintégration du tissu et des procédés de pression.**

Les faits relatés dans cette Note expliquent, au moins en partie, les anomalies qu'on enregistre quelquefois dans le rapport entre la richesse en saccharose de la pulpe et celle du jus. Ils montrent que pour tirer parti de la sensibilité des densimètres et évaluer aussi exactement que possible le quotient de pureté, il est absolument nécessaire d'extraire le jus d'une pulpe standardisée.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Lagatu* et *L. Maume* (prés. par M. P. Viala). — **Relation linéaire entre les quantités successives d'acide phosphorique et d'azote contenues dans la feuille de la vigne bien alimentée.**

Dans la plante bien alimentée et à fort rendement, l'évolution des rapports physiologiques des principes fertilisants, observée dans la feuille, paraît obéir à certaines lois très simples.

Ce processus chimique optimum peut servir de référence pour reconnaître, dans le cas d'alimentation défectueuse et de rendement faible, l'insuffisance ou l'excès d'un principe fertilisant par rapport aux autres.

PHYSIOLOGIE. — *Emile F. Terroine, Mlle S. Trautmann* et *R. Bonnet* (prés. par M. Guignard). — **Loi bioénergique quantitative de la formation des hydrates de carbone aux dépens des protéiques et des graisses chez les végétaux.**

Chez les végétaux, la transformation des protéiques en hydrates de carbone est accompagnée d'une perte de 35 % de l'énergie métabolisée, celle des graisses d'une perte de 23 %.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *E. Aubel* et *J. Salabartan* (prés. par M. M. Molliard). — **Mécanisme de la production d'hydrogène aux dépens du glucose par le bacille *Coli*.**

Si on cultive le bacille *Coli* en anaérobie sur le milieu de Ringer additionné de sulfate d'ammoniaque (6 gr. pour 1.000) et de glucose (20 gr. pour 1.000) auquel on ajoute 10 gr. de Co^3Ca, on constate que l'alcool, l'acide acétique, l'hydrogène et parfois le gaz carbonique, sont produits dans des proportions définies. L'acide acétique et l'alcool se correspondent molécule à molécule. Il faut admettre que ces produits dérivent de deux molécules d'acétaldéhyde. Mais, d'après les auteurs, le précurseur de l'acétaldéhyde est l'acide pyruvique. L'acide pyruvique provient certainement du glucose et c'est à ce stade qu'a lieu le départ de l'hydrogène.

Cette production d'hydrogène correspond à une véritable oxydation, mais à une oxydation par départ d'hydrogène, sans accepteur d'hydrogène.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *H. Labbé* et *F. Lavagna* (prés. par A. Desgrez). — **Sur la constitution chimique du cristallin normal et pathologique.**

Les résultats obtenus par les auteurs font ressortir, dans la cataracte : une modification du contenu protéique normal, une désintégration sensible de l'albumine avec diminution de celle-ci dans sa partie soluble tout au moins, une augmentation fort nette des acides aminés et des produits d'hydrolyse incomplète des albumines. Ces différents caractères témoignent de la protéolyse intense qui semble accompagner l'évolution des cataractes.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi, S. Nicolau* et *P. Poincloux* (prés. par M. Roux). — **Sur le rôle étiologique de *Streptobacillus moniliformis* (nov. spec.) dans l'érythème polymorphe aigu septicémique.**

La maladie fébrile septicémique, accompagnée d'arthralgies, d'érythème papuleux et d'angine, étudiée par les auteurs, est provoquée par un microorganisme bien défini qu'ils proposent de dénommer *Streptobacillus moniliformis*. Cette maladie rentre dans le cadre des érythèmes polymorphes infectieux, le microbe réalisant chez le lapin la plupart des symptômes qui caractérisent ces formes d'érythème : septicémie, hypertrophie de la rate, manifestations cutanées, arthrites.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Thermodynamique, par J.-A. EWING, principal et vice-chancelier de l'Université d'Edimbourg. Traduction française par M. R. Duchêne. In-8° de 488 pages avec 99 fig. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 50 francs.

On sait que la thermodynamique tout entière repose sur deux principes fondamentaux : celui de l'équivalence et celui de Carnot. Leur emploi judicieux permet d'établir un grand nombre de relations entre les diverses propriétés thermiques des corps. Pratiquement, la thermodynamique fournit aux techniciens des données

Digitized by Google

précieuses sur les procédés les plus efficaces pour transformer la chaleur en travail (machines thermiques) et pour enlever de la chaleur à des corps plus froids que le milieu ambiant (machines frigorifiques). Dans ces machines, ce sont généralement des fluides qui servent de véhicule à la chaleur; d'où l'intérêt que présente la connaissance de leurs propriétés thermiques.

L'ouvrage de M. Ewing, orienté en vue des applications, contient néanmoins un exposé très original et très intéressant des théories nécessaires. Après avoir rappelé les principes et les avoir appliqués à la théorie des fluides, l'auteur aborde l'étude des diverses machines thermiques et des machines frigorifiques, des jets et des turbines.

La méthode suivie dans l'exposition diffère généralement de celle habituellement adoptée en France. Les notions de thermodynamique sont d'abord présentées sous une forme non mathématique; le lecteur est familiarisé avec des réalités physiques et apprend à les appliquer à des problèmes pratiques; alors, et alors seulement, il est initié aux relations mathématiques qui existent entre elles. Cette méthode semble avoir deux avantages : elle évite à l'étudiant peu initié aux mathématiques d'être découragé dès le début, et elle permet aux mathématiciens de se représenter le sens réel des formules qu'il emploie. Aussi l'ouvrage de M. Ewing mérite-t-il d'attirer l'attention des professeurs et des étudiants français et on doit remercier M. Duchêne de nous en avoir présenté une traduction généralement fidèle. A. Bc.

L'isotopie et les éléments isotopes, par Mme Pierre Curie, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. In-8° (*Recueil des conférences-rapports de documentation sur la physique*) de 210 p. avec figures. Presses universitaires de France, Paris. — Prix : 20 francs.

Mme Curie expose la naissance et l'évolution de la notion, aujourd'hui fondamentale, de l'isotopie et un certain nombre de problèmes qui se rattachent à cette notion. On sait que les isotopes, corps chimiquement identiques mais de masses atomiques différentes, ont été découverts d'abord dans les radio-éléments, grâce aux techniques si délicates que met en œuvre la science radio-active; puis la nouvelle méthode d'analyse fondée sur l'emploi des rayons positifs a fait apparaître l'existence d'isotopes dans les éléments non radio-actifs et montré qu'un grand nombre de corps, jusque-là considérés comme simples, sont en réalité constitués par le mélange de plusieurs isotopes.

La première partie de l'ouvrage est consacrée aux radio-éléments. La deuxième partie traite des recherches sur les rayons positifs et comprend les travaux de J.-J. Thomson et d'Aston. Dans la troisième partie, Mme Curie a réuni nos connaissances actuelles sur la structure des atomes. Dans la quatrième partie sont décrits les essais de séparation des éléments isotopes non radio-actifs et les résultats obtenus.

Cette monographie constitue un exposé très complet des nombreux travaux qui ont été publiés en ces dernières années sur la si captivante question des isotopes. Il est superflu d'insister sur la clarté et la précision de la rédaction, sur la scrupuleuse exactitude avec laquelle sont résumés tous les travaux importants, sur l'esprit critique si large et si pénétrant avec lequel ils sont discutés. A. Bc.

Les rayons X et le radium, par le Dr C.-H. Niewenglowski. In-8 (*Bibliothèque des merveilles*) de 184 pages avec 107 fig. et 31 planches hors texte. Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Livre de vulgarisation intéressant, très bien illustré, avec de nombreuses planches hors texte où les lecteurs trouveront exposées : les recherches sur des rayons cathodiques; les rayons X; les applications de ces rayons à la radioscopie, à la radiographie, à la radiothérapie; le radium et la radioactivité; la radiumthérapie. A. Bc.

Moteurs à combustion interne, par Paul Dumanois, Ingénieur en Chef du Génie maritime. In-8° de 517 p. avec 196 figures. Baillière, éditeur. Paris. — Prix : 50 fr.

Voici une belle monographie qui intéressera vivement les ingénieurs qui ont à construire ou à utiliser le moteur Diesel et les types qui s'en rapprochent : le moteur semi-Diesel et le moteur super-Diesel.

Après quelques notions indispensables de Thermodynamique et une étude des cycles de travail des moteurs, l'auteur fait ressortir les difficultés de réalisation, spéciales au moteur Diesel, et nous entrons alors véritablement dans le sujet.

Une technologie des organes est suivie de l'étude dynamique du moteur et d'un chapitre particulièrement intéressant sur les rendements économiques des différents moteurs.

Nous remarquons ensuite une excellente description d'un moteur semi-Diesel à deux temps.

Les considérations relatives aux moteurs super-Diesel sont illustrées par des exemples bien choisis et notamment par des adaptations à l'automobile et à l'aviation. On sait que M. Dumanois est l'un des organisateurs les plus éminents du service technique de l'Aéronautique.

M. Dumanois est aussi chef des Services Techniques à la Direction des essences et pétroles et nous nous en apercevons bien à la lecture du chapitre concernant les combustibles spéciaux.

Les applications industrielles du moteur Diesel sont ensuite passées en revue.

Ce beau travail se termine par une étude très précise de l'avant-projet d'un moteur Diesel.

Clarté, simplicité dans l'exposition, discussions poussées à fond sans abus de formules abstraites, sont des qualités qui assureront certainement le succès de ce livre, dans lequel l'auteur a mis beaucoup de sa science et de son expérience. Edmond Marcotte.

La méthode statistique et ses applications aux sciences naturelles, aux sciences sociales et à l'art, par M. Alfredo Niceforo, traduit de l'italien par M. Jacquemin. In-8° de 652 pages, Marcel Giard, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

Ce traité est un tout récent ouvrage du très érudit M. Niceforo, professeur de l'Université, à Naples. Il constitue une précieuse addition à la liste, déjà imposante des œuvres du même auteur. A propos de cette édition française adressons des compliments mérités au traducteur, M. Jacquemin, pour le travail long, parfois ardu, qu'il a entrepris avec entrain et conduit avec succès.

M. Niceforo, on le sait, est un spécialiste, et comme professeur et comme écrivain, des problèmes que soulèvent la théorie et la pratique des « statistiques ». Celles-ci, jusqu'à aujourd'hui, étaient envisagées, comme seulement utilisables en matière économique, financière, et surtout dans l'ordre des faits sociaux intéressant la démographie. Tel était, à peu près exclusivement, le domaine classique de ces procédés méthodologiques.

M. Niceforo élargit considérablement ce champ d'opérations. Il enseigne avec autorité et originalité que la statistique est de mise partout où il faut étudier des formes « atypiques », des modalités soumises à la répétition et à une fréquence plus ou moins périodique, com-

Digitized by Google

me des mouvements individuels ou collectifs de l'activité consciente ou inconsciente, des phénomènes dus au jeu, sans cesse renouvelé, mais varié, des forces de la nature, des effets, souvent constatés, de causes inopinées, que nous désignons sous les dénominations commodes, quoique peu explicites, de *coups du hasard*, *surprises du hasard*. Volontiers il verrait dans la statistique, sinon l'universelle discipline scientifique, du moins une auxiliaire générale et commune à toutes les recherches revêtant un caractère expérimental. Il l'étend même aux événements plus ou moins réguliers de la vie courante, humaine ou animale, sans préjudice d'applications continuelles et significatives aux sciences physico-biologiques, sociologiques, politiques, et aux multiples productions de l'art. Seuls, seraient réfractaires à ce traitement les cas uniques ou absolument invariables, si toutefois il en existe dans l'univers; car ceux-là sont dépourvus de *toute valeur signalétique*.

Le développement de la doctrine se trouve confirmé à chaque pas, et enrichi à profusion, par des exemples toujours ingénieusement choisis. De plus, ces savantes études sont abondamment illustrées par des tableaux numériques, des schémas et des graphiques, des résumés synoptiques, groupant en séries les nombreuses observations et expériences enregistrées par l'auteur. Enfin des formules algébriques indiquent la manière de mettre en équation certaines données mathématiques, qui doivent servir à effectuer la vérification de nouvelles expériences et des observations ultérieures.

En somme, une statistique comporte un double enseignement. Elle est instructive par elle-même, et elle est instructive par les inférences qu'elle provoque et les analogies qu'elle invoque. C'est ce qu'établit lumineusement ce livre dont nous nous contentons de résumer ici le plan dans ses grandes lignes. LOUSTAU-CHARTEZ.

L'Angoisse humaine, *avec une Introduction touchant le Renouveau de la Psychologie*, par le Dr Maurice DE FLEURY, de l'Académie de Médecine. In-16 de XXII-288 pages. Les Éditions de France, Paris, 1924. — Prix : 7 fr. 50.

La première partie de l'*Angoisse humaine* traite de l'Émoi, de l'Anxiété, point culminant de l'émoi, du suicide, point culminant des états anxieux. La constitution émotive de qui relèvent toutes les manifestations anxieuses, c'est « la disposition qu'en entrant dans la vie nous apportons à réagir avec ampleur et promptitude aux sollicitations du monde extérieur ». Chez l'hyperémotif, les vibrations de l'affectivité sont anormales par leur intensité, leur diffusion, leur durée. Les symptômes de la mentalité hyperémotive sont la timidité, la susceptibilité, les spasmes, les attaques de nerfs, les scrupules, les obsessions, les phobies, la sensibilité à l'alcool, l'attente anxieuse, le désarroi mental, la promptitude réflexe aux larmes, à la colère, aux réactions anormales pouvant aller jusqu'au crime passionnel ou au suicide, etc. A l'appui de la description sont donnés des exemples concrets de sujets émotifs.

Dans la seconde partie sont étudiés l'angoisse « la moins tolérable de toutes les souffrances », les états subanxieux et leurs rapports avec les toxicomanies, enfin le rôle capital de l'angoisse dans la genèse du suicide. Les grandes poussées anxieuses non seulement précipitent l'homme aux actes agressifs, mais, par l'obnubilation mentale qui les accompagne, elles paralysent l'instinct le plus puissant, celui de la vie. Nous ne connaissons rien qui puisse être comparé aux pages consacrées au suicide; seul, un psychiatre informé comme l'auteur pouvait donner des tendances au suicide l'explication, la prophylaxie et le traitement.

Dans la troisième partie, les *angoisses d'amour*, on trouvera l'exposé de certaines manifestations de la psychose émotive-anxieuse (psychopathies sexuelles), une étude des différentes jalousies amoureuses avec leurs nuances psychologiques diverses. Ensuite vient l'examen des *angoisses de guerre*, chapitre d'une haute portée, où l'auteur, qui avait déjà insisté sur la distinction nécessaire entre deux sortes de crimes : l'émotif et le pervers, fait le départ de l'émotivité pathologique et de la lâcheté, décrit les variétés psychologiques du courage, examine le mécanisme des angoisses de guerre et fournit enfin au médecin-expert de précieuses indications.

Ce bref résumé ne donne qu'une idée imparfaite d'une œuvre riche en documents cliniques, en aperçus originaux, en analyses profondes. L'auteur a su montrer le rôle prépondérant qui revient à la psychiatrie dans l'interprétation de toute la vie mentale. Une science, en effet, qui a pour objet de ses investigations les fonctions psychiques et leurs troubles, ne rayonne-t-elle pas sur un domaine illimité ? S'occupant du cerveau de l'homme, rien de ce qui est humain ne saurait lui demeurer étranger. Et ne peut-on affirmer qu'un esprit ignorant de la discipline psychiatrique n'aura jamais des manifestations de la vie psychique qu'une conception inadéquate ? Seule la psycho-pathologie permet de résoudre nombre de problèmes de morale, de criminologie, de pédagogie, d'histoire, de sociologie, de religion, ou d'interpréter des réactions passionnelles dont la signification restera cachée à qui ignore les anomalies de l'esprit. Considérés du point de vue psychiatrique, que d'énigmes sont résolues, que d'erreurs sont évitées, que d'actes dont les ressorts cachés apparaissent en pleine lumière !

L'angoise humaine est un livre séduisant, par la clarté des définitions, par le talent de l'écrivain, par la pénétration du psychologue; c'est aussi un livre émouvant, par la description des plus douloureuses épreuves que puisse subir l'esprit humain. C'est enfin un livre réconfortant, car de ces maux l'auteur fait connaître les remèdes que lui dictent non seulement une expérience et une sagesse consommées, mais encore une compassion sincère, sans laquelle son savoir serait resté moins clairvoyant. Cette œuvre sera pour tous — ou presque tous — une véritable révélation. Dans les cryptes de l'âme humaine, enfin éclairées par la lumière de la psychopathologie, nul guide n'est aussi sûr que M. de Fleury. Tout ce que la vie psychique a de plus tragique et aussi les incidents variés de l'existence quotidienne, tout cela est élucidé avec finesse, résumé en formules décisives.

A l'intérêt théorique de ces constatations s'ajoute une portée pratique d'une extrême conséquence : la prophylaxie, le traitement des désordres de l'émotivité. Bien des détresses morales seront soulagées, bien des catastrophes évitées, bien des vies humaines seront sauvées, quand les notions magistralement exposées par M. de Fleury seront mieux connues des médecins et de tous les esprits cultivés. Dr P. SÉRIEUX

Le guide du Dessinateur-Mécanicien, par René BARDIS, Ingénieur E. S. M. E. In-8° de 107 pages avec 55 figures. Desforges, Éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Cet ouvrage expose : la plupart des notions pratiques indispensables aux dessinateurs-mécaniciens; les calculs élémentaires de la résistance des matériaux et des mécanismes usuels (vis, boulons, engrenages, transmissions). Il se termine par un aide-mémoire donnant une série de renseignements utiles. ED. M.

Digitized by Google

L'Index économique électrique, par M. MONMERQUÉ, Inspecteur général des Ponts et chaussées (*Extrait des Annales des Ponts et Chaussées*, VI-1924). In-8°. A. Dumas, Éditeur, Paris. — Prix : 8 fr.

L'augmentation des prix, conséquence de la guerre, a été particulièrement grave pour les producteurs et distributeurs de l'énergie électrique. Afin d'éviter l'arrêt de toutes ces entreprises, on établit une tarification nouvelle de l'énergie électrique au moyen d'un prix de base auquel s'ajoutait un terme variable avec les différents éléments du prix de revient.

L'auteur examine successivement le problème pour les usines thermiques et pour les usines hydro-électriques; il publie les valeurs minima et maxima de l'index économique électrique haute tension pour chaque département et montre la nécessité de maintenir dans l'avenir les index régionaux; il préconise l'établissement d'un *index national* pouvant être employé concurremment avec les index régionaux à la volonté des parties contractantes (pouvoir concédant et concessionnaire) pour les tarifs maxima à prévoir dans l'exploitation des distributions d'énergie électrique.

L'étude de M. Monmerqué apparaît comme devant rendre service à tous ceux qui ont à passer des contrats de longue durée pour des fournitures de main-d'œuvre et de matières quelconques. Ed. M.

Les forces hydro-électriques pendant la guerre, par Raoul BLANCHARD, Professeur à l'Université de Grenoble, Directeur de l'Institut de géographie alpine. In-8 de 109 pages. Presses Universitaires de France, Paris. — Prix : 15 fr.

Cet ouvrage est de la « Série française de l'histoire économique et sociale de la guerre mondiale. »

C'est une œuvre rétrospective d'un grand intérêt, où est tracé le tableau des efforts exercés pendant la guerre en vue d'augmenter la puissance disponible de nos usines hydro-électriques (de 479.000 kw. en 1914 à 930.000 kw. à l'armistice). L'auteur examine successivement : les Alpes, les Pyrénées, le Massif Central, le Jura, puis le bassin d'Aquitaine et les autres plaines françaises.

La lecture de cet ouvrage montre qu'il reste beaucoup de hautes chutes susceptibles d'être aménagées, mais il faut, tout d'abord, construire les grands réseaux indispensables à la liaison des divers groupes d'usines hydrauliques et thermiques. Ce dernier point de vue n'a d'ailleurs pas été développé, mais le livre de M. R. Blanchard n'en reste pas moins une revue très complète de nos forces hydrauliques en activité ou en potentiel.

Ed. M.

Les Applications usuelles de la Chimie, par M. René AUDUBERT, Dr ès-sciences, Chargé de Cours au Conservatoire des Arts et Métiers, avec la collaboration de Mlle Quintin, Professeur agrégée de l'Université. Préface de M. G. Urbain, Membre de l'Institut. In-8° de 183 pages avec 72 gravures. Librairie de l'Enseignement technique, Paris. — Prix 20 francs.

« M. Audubert est bien connu des savants qui s'intéressent aux hautes spéculations théoriques de la physico-chimie, car il est théoricien de grand talent ». C'est ainsi que le professeur Urbain présente l'auteur qui a su rester, malgré sa science, un clair et précis vulgarisateur « sans jargon savant ». Il est impossible de faire un éloge plus flatteur que celui du parrain du livre de M. Audubert; ce livre arrive d'ailleurs à son heure, au moment où la Chimie est partout, Chimie de guerre et Chimie de beauté. « La Chimie est dans tout et rien ne lui échappe (Duclaux). » A. R.

Perfumes and Cosmetics with especial reference to synthetics, par William A. POUCHER. In-8° de 462 pages avec 65 figures. Chapman and Hall Ltd 11 Henrietta Street, London, W C 2. — Prix : 21 sh.

Cet ouvrage est une bonne monographie de la parfumerie moderne. Parfaitement au courant des plus récents progrès que cette importante industrie doit à la synthèse chimique, il intéressera vivement les jeunes chimistes désireux de s'initier à sa technologie, à ses tours de main, aux matières premières qu'elle met en œuvre et à la composition des produits si divers et parfois si complexes qu'elle livre au commerce. Les médecins, les hygiénistes, voire même les profanes, le consulteront avec d'autant plus de plaisir et de profit qu'il n'est pas, comme tant d'autres livres sur le même sujet, encombré de formules que l'on trouve dans tous les traités de chimie organique et dont la surabondance masque trop souvent une regrettable pauvreté en détails pratiques.

La première partie de ce volume (153 pages) est constituée par une sorte de dictionnaire où sont énumérés et sommairement décrits tous les produits naturels et artificiels que la parfumerie extrait, prépare ou transforme. La seconde partie (164 pages) est consacrée aux parfums; on y trouve tout ce qui concerne la production des essences, les fixateurs, les parfums de fleurs naturels ou synthétiques, les eaux de toilette etc... Presque tout le reste de l'ouvrage (120 pages) traite des produits variés qui sont groupés sous le nom de cosmétiques : préparations dentifrices, produits pour les bains, les soins de la peau et de la chevelure, fards, poudres de toilette, sels volatils ,etc... Enfin, en appendice, sont rassemblées quelques données numériques utiles au parfumeur. J'ajouterai que ce volume, fort bien édité, est abondamment illustré de belles photographies dont la plupart sont extraites de publications françaises, et qu'on y trouve de très nombreuses recettes françaises, anglaises et américaines, ainsi que d'intéressantes indications sur les particularités de la parfumerie anglaise. Il constitue un utile complément aux ouvrages publiés dans notre pays et il mérite d'autant mieux d'être signalé aux lecteurs français que l'auteur n'y a laissé échapper aucune occasion de rendre hommage à notre industrie et aux travaux de nos spécialistes. A. BERTHELOT.

Les Rosiers, par J. LACHAUME et Georges BELLAIR. In-16, 192 pages, 62 figures. Édition entièrement refondue. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 6 fr.

Ouvrage de réputation ancienne qui traite la culture du rosier dans tous ses détails, semis, boutures, greffe, taille, opérations largement expliquées avec de nombreuses figures.

Une précieuse nomenclature des plus beaux rosiers avec des illustrations, des conseils pour la création et l'entretien d'une roseraie.

Les insectes nuisibles ou auxiliaires, la lutte contre les ennemis.

Telles sont les principales préoccupations du rosiériste ou même simplement de tout le monde, car tout le monde aime connaître la reine des fleurs. L. R.

Les fleurs des montagnes, par Léon MARRET. In-12 relié de CLXXIV-130 pages avec 124 figures en noir et 96 planches coloriées. (*Encyclopédie pratique du naturaliste*, vol. XIX.) Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — **Prix : 25 fr.**

Digitized by Google

M. Léon Marret, auteur de l'important ouvrage qui a pour titre « *Icones Floræ Alpinæ Plantarum* », nous donne aujourd'hui un petit livre qui n'est plus destiné aux spécialistes de la fleur alpine, mais bien aux amateurs de botanique ainsi qu'aux touristes. Il constitue même un véritable guide botanique, à la fois théorique et pratique, du touriste à la montagne.

Dans la première partie illustrée de nombreuses figures en noir, l'auteur ne se contente pas de décrire la flore des diverses altitudes; il y donne également des indications précises sur la récolte des fleurs de montagne, le moyen de les conserver en herbier et même de les cultiver dans nos jardins, ainsi qu'en baquets et en terrines.

La seconde partie réalise une très heureuse innovation. Elle est bien, comme dans les autres volumes de la même collection, constituée par un texte explicatif accompagnant de belles planches coloriées; mais celles-ci ne sont autres — et c'est là ce qui en fait le grand intérêt — que des reproductions de fort jolies aquarelles, représentant avec son aspect caractéristique le site où l'on observe habituellement la plante décrite, laquelle est d'ailleurs figurée également en médaillon, à une plus grande échelle. Il n'est guère besoin d'insister sur les avantages d'un tel mode de représentation; il plaira certainement aux touristes, en ajoutant au charme et à l'intérêt de leurs excursions, et, sans aucun doute, il aura aussi l'agrément des botanistes puisqu'il les aidera à se souvenir plus aisément des stations propres aux diverses espèces et à mieux comprendre la biologie des fleurs de nos montagnes.

A. Berthelot.

La taille des arbres fruitiers de plein vent, par E. Rabaté. In-16 de 166 pages, 35 figures. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 5 fr. 50.

On a beaucoup trop coutume de laisser pousser au hasard les arbres de plein vent. Ce sont au contraire ceux qui par leur nombre, leur dissémination sont le plus capable d'améliorer notre production fruitière.

Le traité de M. Rabaté permettra aux plus profanes de tirer le meilleur parti des arbres fruitiers de tous âges, même de ceux qui paraissent « finis » comme disent les agriculteurs, et qu'une très simple taille de régénération remet souvent en très bon état. L. R.

Les engrais, Emploi raisonné et lucratif par A. Ch. Girard. In-16 de 164 pages, 2e édit. Librairie Agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 5 fr. 50.

M. Girard, professeur à l'Institut Agronomique, a condensé dans ce petit volume, tout ce qu'il faut savoir pour améliorer un sol et lui appliquer des engrais chimiques avec profit. Après quelques mots sur la composition des végétaux, il examine le sol, sa constitution, ses principales propriétés, puis les moyens de corriger, par des amendements, ses imperfections physiques. Puis viennent les engrais : Soins à donner au fumier, Engrais azotés industriels avec des notices sur les nouveaux engrais synthétiques. Engrais phosphatés et potassiques. La fraude des engrais et la réglementation.

Il est surprenant de trouver réunies, condensées dans un aussi petit volume tant de données utiles. L. R.

Zootechnie coloniale. Chevaux, Chameaux, Moutons, Porcs, etc., par P. Diffloth. T. II (*Encyclopédie agricole.*) In-12 de 342 pages avec 54 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Le deuxième volume de la Zootechnique coloniale de M. P. Diffloth traite d'abord du Cheval de l'Afrique du Nord, que nos constants efforts tendent à améliorer, par sélection comme Cheval de selle, par croisement comme Cheval de trait; il s'occupe ensuite du Cheval en Afrique occidentale, à Madagascar et en Indochine, contrées où cet animal est particulièrement sujet à l'ostéomalacie, du fait d'une nourriture défectueuse; les Anes et surtout les Mulets conviennent mieux à ces pays comme animaux de transport. Les Zèbres, que l'on a tenté de domestiquer avec succès au Congo et dans l'Est africain, donnent avec les Anes, des zébrules très maniables. L'élevage du Mouton fort important pour l'Afrique du Nord et l'A. O. F., réussit aussi dans la partie sud de Madagascar, à la Nouvelle-Calédonie et aux Antilles. Les Chèvres, assez nombreuses en Berbérie et au Soudan, sont représentées sur la côte de Guinée par une race naine : on devrait propager dans nos colonies la Chèvre d'Angora ou ses métis. Les derniers chapitres de ce livre sont consacrés au Porc, au Chameau, à l'Éléphant, l'Autruche, l'Aigle et le Héron. L. Joleaud.

Élevage et maladie du Chien, par R. Moussu. In-16, 252 pages, 45 figures. Librairie Agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 9 fr.

Excellent petit traité pratique pour l'élevage du chien où tous les propriétaires ou éleveurs de ces animaux trouveront les plus précieuses indications. Il ne faut pas chercher dans ce traité les descriptions des races, qui ne sont pas dans le cadre de ce petit livre, mais uniquement l'élevage physiologique et traité par un maître.

Les maladies occupent la plus grande partie de l'ouvrage. Chaque affection donne lieu à une petite monographie où l'exposé aussi clair que précis permet même à des profanes de l'art vétérinaire de faire un diagnostic et dans bien des cas d'appliquer un traitement et de guérir à temps. L. R.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

J. Dervey. — Comment nous pensons. Tr. par le Dr Decroly. In-18 de 275 pages (*Bibliothèque de philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Joseph Roussel. — Mon poste de T. S. F. In-8° de 190 pages avec 156 figures. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Ed. Marcotte. — La lumière intensive. Phares et projecteurs. In-16 de 174 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Eric Gérard. — Leçons sur l'électricité professées à l'Institut électrotechnique Montefiore. Tome I. Lois fondamentales de l'Électricité et du Magnétisme. Mesures électriques et magnétiques. 9e édition remise à jour par M. L. Bouthillon. In-8° de x-509 pages avec 205 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

C. Cornet. — Cosmographie et Navigation. 1re partie. In-8° de 350 pages avec 180 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

André Bachellery. — Chemins de fer électriques. In-8° de 445 pages avec 224 figures. (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 55 francs.

Le Gérant : A. Desnois.

Société Française d'Imprimerie et de Publicité
Ateliers : Rue Garnier et Rue des Carmes. Angers.
Bureau à Paris, 15, Rue du Laos (XVe)

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

Nº 10 — 63e ANNÉE — 23 MAI 1925

PORTRAITS DE SAVANTS

DAUBENTON ANATOMISTE ET ZOOLOGISTE (1)

I

Il est, dans l'histoire des sciences, un certain nombre d'œuvres maîtresses, qui, exprimant la pensée de leur époque, résumant le principal du passé, et préparant les progrès de l'avenir, représentent en quelque sorte les degrés successifs sur lesquels s'élève la connaissance humaine. L'*Histoire naturelle* de Buffon, publiée vers le milieu du XVIIIe siècle, fait partie de ces œuvres. Mais Buffon, s'il en eût l'idée et s'il en fût l'auteur prépondérant, n'en a pas été le seul participant. Il a eu un collaborateur, dont on parle moins aujourd'hui bien qu'il ait obtenu alors une célébrité méritée, qui a préparé et rédigé l'énorme documentation anatomique des premiers volumes. C'était Daubenton.

Compatriote plus jeune et ami de Buffon, établi dans leur pays natal comme médecin de campagne après avoir conquis une réelle notoriété d'anatomiste, Daubenton, cédant à l'appel et à l'affectueuse insistance de son aîné, consentit à occuper à Paris, au Jardin des Plantes dont Buffon était l'Intendant, la fonction de conservateur des collection, ou, selon la formule légale en ce temps, de garde et démonstrateur du Cabinet d'histoire naturelle. Il innovait le poste, et devait créer les collections scientifiques qui n'existaient pas encore. Au sentiment de Buffon et au sien, ces dernières devaient servir à renforcer, par leur description, l'ouvrage qu'ils entreprenaient.

Leur désir était de publier, selon son titre, une Histoire générale et particulière des animaux, en liant sa préparation et sa rédaction à l'extension des collections du Cabinet d'Histoire naturelle. Daubenton, assisté de ses aides, devait disséquer les animaux dont Buffon décrivait l'extérieur et la vie, monter ensuite les pièces ainsi préparées, puis les placer dans les vitrines du Cabinet, après avoir décrit, à son tour, l'organisation intérieure. L'intention des deux auteurs, unis dans cette collaboration où chacun avait son rôle, consistait à rechercher tout ce que l'on peut connaître des êtres vivants, et à l'exposer en publiant une histoire complète de la Nature. On reconnaît là l'envolée de Buffon, et sa soif des vastes généralisations. Mais, à l'exécution, les collaborateurs furent obligés de se borner. Si Buffon a pu, dans ses articles, évoquer largement les spectacles de la vie générale des êtres ; il n'en fut pas de même pour Daubenton dans ses dissections.

Sa tâche, en effet, était d'un ordre plus minutieux et plus détaillé. S'il se laissait aller à tout examiner pour tout décrire, la dissection complète de chaque espèce aurait exigé plusieurs mois de travail et des pages de description par centaines. Il fut donc tenu de se limiter, de s'arrêter à l'étude d'un certain nombre de systèmes organiques, de borner ses investigations au squelette, aux viscères

(1) Voir, pour plus amples indications, mon volume récent, intitulé *Daubenton et l'Exploitation de la Nature*, faisant suite à mon volume sur Buffon (E. Flammarion, éditeur).

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

et principalement à l'appareil digestif, enfin aux mensurations des diverses parties des organes. Il eut soin, en outre, pour rendre les comparaisons plus aisées, de tout examiner de la même manière, et de suivre, dans ses recherches comme dans leur rédaction, un plan uniforme et constant. C'est dans cet esprit qu'il se mit au travail, et qu'à l'œuvre commune il fournit sa part.

II

Les trois premiers des quinze volumes composant cette œuvre dans l'édition originale parurent en 1749; la collaboration de Daubenton commence au troisième, par une description du Cabinet d'Histoire naturelle, qui occupe à elle seule les deux tiers environ du tome. Le plan adopté est mis de suite en pratique. Les espèces étant décrites à la file, successivement; chacune d'ellese st l'objet de deux articles, le premier de Buffon sur les caractères extérieurs et le mode de vie, le second de Daubenton sur la structure anatomique et les mensurations d'organes, celui-ci suivi à son tour d'une description des pièces montées qui figurent dans les collections du Cabinet. Selon ce programme, la lecture du texte et la visite des collections devaient se compléter mutuellement, et s'aider l'une l'autre. Quant aux lecteurs qui ne pouvaient devenir visiteurs, la compréhension leur était facilitée par une riche illustration, dessinée avec précision, gravée avec talent, qui ne comprend pas moins d'une cinquantaine de planches en moyenne par volume. Beaucoup de ces dessins sont devenus classiques.

Si la publication date de 1749, la préparation est antérieure; ses débuts remontent à 1741 et 1742. Pendant ces sept ou huit années, Daubenton avait disséqué sans relâche, et fondé pour le Cabinet une nombreuse série de pièces, se rapportant presque toutes à l'anatomie de l'homme. Sa rédaction du troisième volume est consacrée à leur description. Après une manière d'exorde, où il exprime son sentiment sur l'utilité des collections anatomiques dans l'enseignement de la science, il traite sa partie avec le plus grand soin, et la divise en chapitres où il expose à la fois l'état des pièces elles-mêmes et les moyens employés pour les conserver. Il s'occupe même du modelage de certaines d'entre elles, et des procédés usités pour rendre plus visibles leurs divers éléments. Autant que l'on peut en juger d'après ce long mémoire, le Cabinet contenait alors, grâce au zèle de Daubenton, un important musée d'anatomie humaine, qui fut, sans doute, l'un des plus complets de l'époque.

Cet article était bien à sa place, car il accompagnait et complétait celui de Buffon sur l'histoire naturelle de l'homme. Ensuite, dès le quatrième volume, publié en 1753, les deux collaborateurs passèrent à la description des animaux, et les articles de Daubenton sont désormais voués à la mention détaillée de leur structure, espèce par espèce. Les énumérer tous serait fastidieux et inutile, d'autant qu'ils sont établis sur un modèle uniforme. Il suffit de signaler les principaux, avec les nouveautés qu'ils contiennent, et les idées que leur auteur a soulevées parfois.

Le quatrième volume débute par les articles

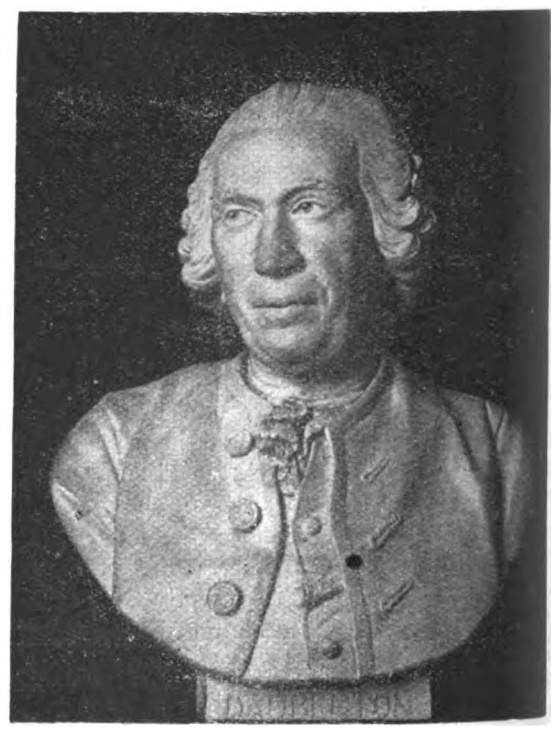


Fig. 190. — Daubenton, naturaliste.

de Buffon sur la nature des animaux en général, et sur celle des espèces domestiques en particulier. Corrélativement, et à la suite, Daubenton publie des articles de technicien sur l'organisme des animaux, et sur leur distribution méthodique, c'est-à-dire sur leur classification. Il se montre, quant au premier sujet, l'élève fidèle de Buffon, dont il paraphrase les idées en les reportant et les cantonnant dans le domaine de l'anatomie et de la dissection : il faut examiner avec patience, détailler avec soin, ne point se décourager devant les insuccès temporaires de préparation; on doit s'efforcer de tout voir, et de bien voir. L'anatomiste armé de son scapel, penché sur sa pièce, n'a d'autre sentiment que d'isoler de son mieux les parties dont elle se compose, de les mettre entièrement en évidence, de connaître ainsi comment chacune est faite et comment elle se dispose dans l'ensemble.

Digitized by Google

Tel est le premier travail, et le plus notable, sur lequel on pourrait s'arrêter, sur lequel beaucoup, anatomistes purs et disséqueurs fervents, s'arrêtent en effet : domaine de l'anatomie descriptive, restreinte à l'étude d'un seul être, ou d'un seul groupe limité.

Il en est un autre, où l'on évalue l'importance relative de ces parties, leur extension et leur restriction, leur apparition et leur disparition, en somme leurs modifications de toutes sortes, afin de connaître par là leur état complet en le suivant dans plusieurs groupes étudiés de façon parallèle : c'est le domaine de l'anatomie comparée, où Daubenton, poussé par Buffon, cherchait à pénétrer. Aussi, à son tour, préconise-t-il l'emploi de la comparaison pour tâcher de mieux comprendre, et essaie-t-il de le rendre plus aisé en suivant, dans ses dissections comme dans ses descriptions, un programme uniforme, capable d'encadrer de même toutes les constatations.

Sur le second sujet, il se livre sans réserve à l'entraînement de son esprit précis, minutieux, épris du fait pour le fait, sceptique envers ce qui c'est pas d'évidence matérielle. Il expose les classifications connues de son temps, depuis celle d'Aristote jusqu'à celle de Linné, les dépeint, les discute. S'il relève leurs mérites, il mentionne leurs défauts sans ménagements. Reprenant les arguments avancés par Buffon contre les « nomenclateurs » de leur époque, il les traite par surcroît de « méthodistes », et les accuse de vouloir « se jouer des animaux et de la nature » en disposant à leur gré des caractères qu'ils invoquent pour établir leurs classifications. Sa verve narquoise s'attaque surtout à l'idée qui porte à considérer ces dernières comme ayant quelque valeur de principe. Elles servent évidemment de moyen d'étude, établi selon la connaissance du moment et variable comme elle, mais non de fin en soi ; pour Daubenton, tout au fond de lui-même, les classifications ne sont jamais que des exercices de catalogue. Il se borne à exprimer ici, sans trop insister sur elle, cette pensée intime de sa jeunesse, dont son tempérament d'anatomiste et de réaliste se trouve pénétré, mais il ne l'oubliera point. Son expérience ultérieure la renforcera. Il l'exposera de nouveau au soir de sa vie, dans ses derniers ouvrages ; et ce naturaliste consommé expliquera aux autres naturalistes que leur travail prépondérant consiste plus à observer des faits et à expérimenter, qu'à établir des systèmes et des classements en les prenant pour des explications.

Ce volume contient ensuite les célèbres articles de Buffon sur le Cheval, l'Ane, le Bœuf. Chacun d'eux s'accompagne d'un article de Daubenton, consacré à la description de la structure de ces mêmes êtres, et à celle des pièces préparées pour les collections du Cabinet. Le programme arrêté de concert entre les auteurs s'établit désormais, se conservera sans changement jusqu'au dernier tome. L'anatomie du Cheval, celle du Taureau, prêtent ainsi à de longs exposés, accompagnés pour chacun de dix planches de dessins. Daubenton y décrit en détail, selon son plan, le squelette, l'appareil de la digestion, les autres viscères, mais donne, en outre, plusieurs considérations comparatives sur le pied à sabot unique du Cheval et sur celui à deux sabots du Bœuf, sur cette conformation à doigts peu nombreux et sur celle de l'Homme où ces doigts sont au nombre de cinq. Il échappe ainsi, de temps en temps, à une spécialisation trop étroite, bien qu'il s'y consacre le plus souvent avec intérêt, comme il le montre par la richesse de ses observations sur les estomacs

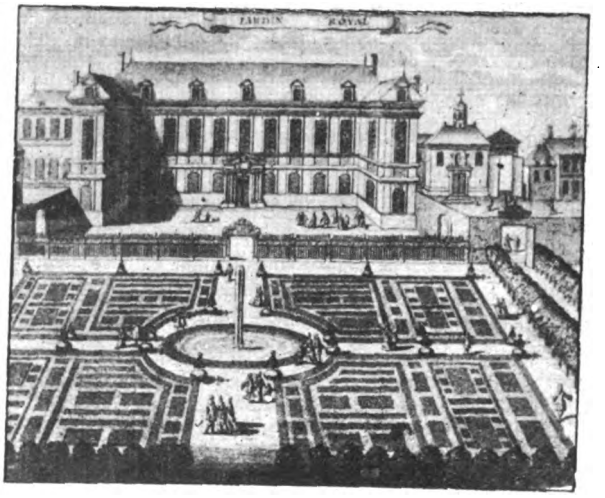


Fig. 191. — Le Cabinet d'Histoire Naturelle du Jardin des Plantes avant la réfection opérée par Buffon. — Vignette servant de frontispice au « Cours d'opérations de chirurgie » de Dionis (Scotin, 1707).

multiples des Ruminants et sur leur manière de fonctionner.

Le cinquième volume, à propos du Porc, continue le précédent sur la comparaison des membres et du squelette des pieds. Daubenton incline à fonder des types anatomiques, le Cheval, le Taureau, le Chien, auxquels il rapporte, poussé par le souci de la comparaison, certaines des dispositions qu'il constate ailleurs. On doit signaler, en outre, dans l'article relatif au Chien, la remarquable et prophétique étude qu'il fit sur la transmission des caractères de races par les croisements de ces dernières. Précurseur de la génétique contemporaine, ses recherches à ce sujet, qui méritent de sortir de l'oubli, mentionnent bien avant les auteurs du XIXe et du XXe siècles, et parmi les phénomènes de la transmission héréditaire, celui dont l'importance

Digitized by Google

est la plus haute : la réapparition dans la suite des générations, ou le rétablissement, de caractères provisoirement dominés, et momentanément absents de la structure apparente. Il consacre vingt planches à figurer les races les plus notoires ; sept autres contiennent les dessins explicatifs de l'anatomie du Chien, dont l'étude a été poussée par lui aussi loin et aussi complètement que possible.

L'auteur, dans le tome sixième et dans celui qui le suit, donne enfin la mesure de ce qu'il cherche et de ce qu'il veut démontrer. Ces volumes ayant paru en 1756 et 1758, il avait eu le temps de se faire à lui-même son expérience, aussi bien sur sa tâche d'anatomiste que sur celle de descripteur. On discerne en lui la curiosité extrême du savant désireux de toujours connaître davantage, anxieux d'élargir sans cesse le cercle de ce qu'il a vu et touché ; il attaque de son scalpel, les unes après les autres, toutes les espèces dont il a pu se procurer des exemplaires, et reprend à la file, sur chacune d'elles, ce qu'il vient de finir sur celles qui précédaient. Il ne manifeste en cette répétition aucune fatigue, aucun dédain. A chaque fois, ne rencontre-t-il pas du nouveau, et du différent de ce qu'il avait déjà aperçu. Dans la forêt de ses trouvailles, au cours de sa marche studieuse, les arbres se suivent, mais ne se ressemblent pas. Ce sentiment, du reste, n'est point le seul. On aperçoit aussi en Daubenton le désir de noter plus fortement les objets qui lui semblent avoir le plus de mérite, et de leur consacrer une attention plus soutenue. Il décrit longuement, dans le sixième volume, les formes des bois du Cerf selon l'âge et les étapes de la croissance, afin de fixer définitivement, dans leur réalité, plusieurs notions discutables et alors discutées. On reconnaît enfin, dans son esprit, le souci d'établir, par comparaison, l'état des différences et des ressemblances d'organisation entre les divers êtres dont il s'occupe, et de montrer comment ils se rapprochent les uns des autres à cet égard, ou comment ils s'éloignent. En fondant ses types anatomiques pour leur rapporter, comme à des centres, les diverses et multiples dispositions qu'il constate au fil de sa recherche, Daubenton a créé, en somme, les principaux groupes naturels des Mammifères, tels que la science les admet aujourd'hui.

Le tome huitième, à ce propos, contient un important article, celui des Chauves-Souris, où il étudie la conformation de leur squelette comparé à celui des autres Mammifères. L'auteur étanche, sans réserve, sur ce sujet qui le lui permettait, la soif de comparaison qu'il ne pouvait aisément assouvir ailleurs. Afin de prouver la ressemblance fondamentale des membres antérieurs, servant d'ailes à ces êtres, avec ceux des autres groupes où ces mêmes membres sont des pattes, il les oriente de manière semblable, et parvient ainsi à montrer comment la structure marcheuse s'est modifiée pour aboutir à une conformation volante si différente d'apparence, si voisine quant au fond : anatomie comparée de grand style, où l'esprit de Daubenton se satisfait de son mieux.

La publication de l'*Histoire Naturelle* passe ensuite aux descriptions des grands Carnivores, à celles des animaux alors à peine connus, Tatous, Tamanoirs, Sarigues, que l'on ramenait depuis peu des pays d'outre-mer. C'étaient là, pour un

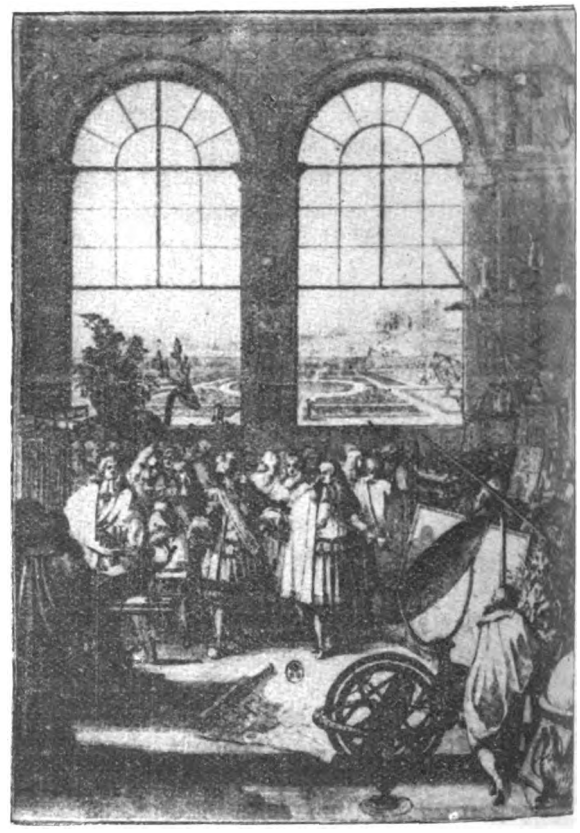


Fig. 192. — Visite de Louis XIV, accompagné de Colbert, à la salle de collections du Cabinet, telle qu'elle était dans son état primitif, avant Buffon (S. de Clerc, 1671).

anatomiste fervent, des matériaux de choix, qu'il n'eût garde de délaisser. La structure des Tatous avec leur singulier revêtement écailleux, celle des Sarigues avec leur poche marsupiale où les petits s'abritent, et que soutiennent des os dont les autres Mammifères sont privés, lui fournit matière supplémentaire à maintes considérations comparatives.

Daubenton ne put disséquer un Éléphant, car ces animaux étaient alors importés en Europe assez rarement. Mais il eut à sa disposition le squelette de celui qui, de la Ménagerie de Versailles, avait été transporté au Cabinet du Jardin des Plantes.

Digitized by Google

Il en profita pour donner de ses os une description complète, et pour certifier la nature réelle des défenses, qui ne sont point des cornes comme on l'admettait jusqu'à lui, mais des dents accrues outre mesure. La trompe, à son tour, n'est autre chose qu'un « nez prolongé en forme de tuyau ». Il termine son article par la mention et la description d'énormes ossements fossiles, venus de Sibérie, que l'on attribuait à des géants antiques, et dont il montra la ressemblance avec ceux des Éléphants : c'étaient les os du Mammouth, de l'Éléphant velu de la période glaciaire, dont on commençait ainsi à parler scientifiquement, en le mettant à sa place exacte dans la série des animaux.

Il ne put pas davantage, et pour des raisons identiques, disséquer un Rhinocéros, ni un Zèbre, ni un Hippopotame. Il eut cependant un fœtus de ce dernier, avec les os des membres et le squelette de la tête, dont il a donné une description fort soignée dans son douzième volume. Le tome suivant se signale à son tour par des études sur les Phoques, sur les Morses, sur un fœtus de Lamantin, où Daubenton donne un libre cours à son zèle d'anatomiste, à son désir d'investigation et de comparaison. Puis la publication de l'*Histoire Naturelle* approche de sa fin. Les deux derniers volumes, le quatorzième et le quinzième, parus en 1766 et 1767, consacrés aux Singes, contiennent diverses remarques intéressantes sur la comparaison anatomique de ces êtres entre eux et avec l'Homme. Après quoi l'ouvrage entier se termine, en sus des tables, par la « Description des choses qui sont arrivées au Cabinet depuis l'impression des articles auxquels elles ont rapport ». Les parties marquantes de ce complément touchent surtout à l'anatomie humaine, et la principale d'entre elles consiste dans la mention détaillée du squelette d'un nain, mort à l'âge de vingt-trois ans.

III

Ce travail considérable a exigé, pour s'accomplir, une durée de vingt-cinq années. Pendant un quart de siècle, avec assiduité, avec ténacité, Daubenton a disséqué et monté des pièces anatomiques, décrit des organismes et des organes. Sa vie et son temps, sans répit, avec patience, se passaient dans son laboratoire, devant sa table de dissection. Le résultat en fut la fondation d'un vaste musée d'anatomie consacré à l'homme et aux animaux supérieurs, et la publication des études qui y avaient conduit. On n'a qu'à feuilleter les volumes de l'*Histoire Naturelle*, qu'à parcourir les descriptions qu'ils contiennent, qu'à regarder leurs planches de dessins, pour se rendre compte de l'énorme labeur qui s'y est dépensé. Le total en est formidable. Il a fallu à l'auteur une passion persévérante d'une intensité sans égale pour aboutir ainsi. Les techniciens de l'anatomie peuvent apprécier, en outre, l'insigne talent de spécialiste que ces recherches ont nécessité; Daubenton a fait de son ouvrage un vaste répertoire de documents, pour la plupart inédits, auquel ses contemporains et ses successeurs ont puisé sans relâche, et continuent à puiser.

Cette œuvre ne vaut pas seulement par sa quantité de masse, mais aussi par sa qualité. Elle a ses défauts. Elle affecte de tout mettre au même niveau, et ne relève pas toujours, ni complètement, ce qui demanderait à l'être davantage. Elle ne traite que de la structure visible à l'œil nu, et délaisse les notions de structure intime que la science du XIXe et du XXe siècles considéreront avec un intérêt majeur. Elle a toutefois sa valeur notoire, qui, dépassant de beaucoup ses imperfections et ses lacunes, justifie l'assentiment qu'elle a obtenue.

Livre d'or, livre classique, trésor anatomique, ont écrit d'elle plusieurs naturalistes réputés. Leur appréciation est justifiée. En sus du mérite de sa technique et de son choix d'observation,

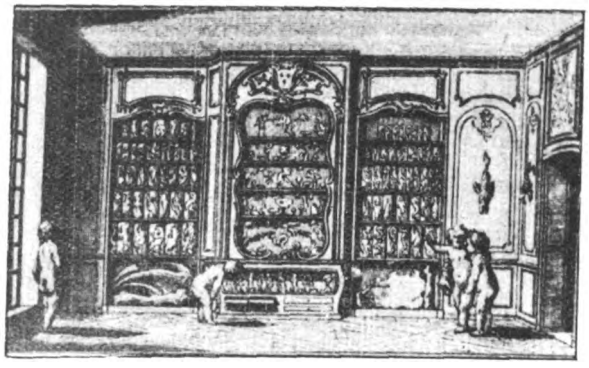


Fig. 193. — Salle et vitrines des collections d'anatomie, à l'époque de Buffon et de Daubenton ; on y voit les pièces montées à sec, ou conservées dans des bocaux et placées dans d'élégantes armoires de style Louis XV. — Vignette avec attributs du tome III de l'*Histoire des Animaux* par Buffon et Daubenton (De Sève, 1749).

cette œuvre se recommande par la précision de ses descriptions et par la netteté des dessins qui les accompagnent. Le style simple, sec, clair, des articles qui la composent, explique sobrement, entièrement, sans remplissage, ce que l'auteur veut exprimer. Rien de trop et tout ce qu'il faut : telle est la marque de Daubenton. On trouve d'emblée ce que l'on cherche, et on l'a sans inutiles compléments.

Elle se recommande en outre par le sens de son inspiration. Daubenton, anatomiste fervent, n'a

Digitized by Google

pas vu dans sa tâche que des animaux à disséquer ni des organisations à décrire. Collaborateur et disciple de Buffon, respirant à côté de lui cette atmosphère enthousiaste de généralisation que le grand naturaliste ne cessait d'assembler, s'efforçant de lier ses articles aux siens, il a tenté, dans ce répertoire de détails qu'il établissait, de saisir les relations d'ensemble et de procéder par comparaison. Il a créé des types anatomiques principaux, auxquels il rapporte les autres, plus secondaires. Il a eu l'intuition de l'importance prise par l'étude des formes embryonnaires, et, sans faire de l'embryologie véritable, encore à naître de son temps, il a accordé une large place aux recherches sur les fœtus et les jeunes individus. Tout en se gardant, selon sa ligne de conduite, des spéculations et des théories, il a raisonné ses résultats pour en peser la valeur.

Mais, si ces qualités précieuses lui ont permis d'édifier une œuvre excellente et durable, elles n'ont pu toutefois lui ouvrir l'accès du domaine de l'anatomie comparée et de l'anatomie philo-

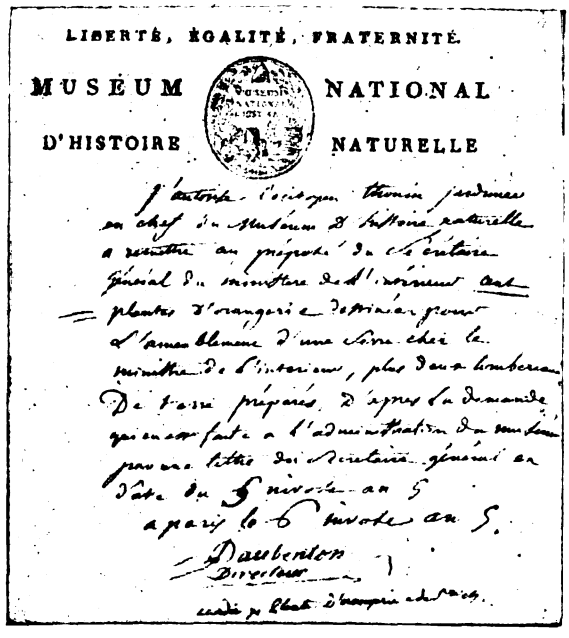

LIBERTÉ, ÉGALITÉ, FRATERNITÉ.
MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

Fig. 194. — Autographe de Daubenton.

sophique, qui est resté fermé devant lui. C'était ce qu'il ambitionnait cependant, et ce que l'appel de Buffon lui demandait. La porte ne s'est pas ouverte. Les tentatives mêmes des deux collaborateurs, les précautions prises par eux, ont contribué à rendre la clôture plus étroite. Leur programme d'étude uniforme de toutes les espèces a amoncelé les détails devant leurs yeux, et finalement les a empêchés de suivre leurs propres idées.

Il y a, dans l'*Histoire Naturelle*, un désaccord frappant, et un contraste permanent de vision comme d'expression, entre les articles de Buffon et ceux de Daubenton. Les premiers, voués à la description extérieure, aux habitudes de vie, à la répartition sur le globe, à la Nature vivante entière, s'imposent d'emblée à l'attention des lecteurs par l'ampleur des spectacles et des idées, même dépouillés du mirage et du prestige de leur puissance de style. Les seconds, attachés à leurs menus détails de configuration d'organes, capables surtout de convenir à des spécialistes et non pas d'attirer à eux l'intérêt soutenu du public lettré, détournaient plutôt ce dernier, même en dehors de la répugnance que leurs descriptions pouvaient éveiller. On s'en plaignait à Buffon ; on le blâmait d'intercaler, parmi ses magnifiques envolées sur la nature et l'univers animé, ce que l'on nommait peu honnêtement et assez crûment « les tripailles de M. Daubenton ». Ce sentiment, pour excessif et injuste qu'il était, avait cependant une base logique.

Les deux auteurs, dans leur ardent amour de l'histoire naturelle, dans leur désir commun de la raconter et de la commenter, ne s'étaient pas aperçus qu'ils s'adressaient au grand public, et qu'ils devaient, par conséquent, lui servir les résultats tout acquis, les plats tout dressés, et non pas lui montrer en surplus les manipulations du laboratoire. Si ceci conduit à cela, il est inutile de l'exposer, du moins aux lecteurs. La tâche, aisée à Buffon qui envisageait l'extérieur et le général, ne l'était plus à Daubenton qui s'occupait de l'intérieur et du détail. Aussi leur œuvre comprend-elle deux parties disparates : l'une de zoologie descriptive et de philosophie naturelle, celle de Buffon, accessible à tous ; l'autre d'anatomie détaillée et de descriptions minutieuses, celle de Daubenton, comprise des seuls spécialistes, des techniciens de la dissection, et ne s'adressant en somme qu'à eux. Produits d'un sentiment unique, c'étaient deux livres différents, fondus en un seul.

L'anatomie comparée a pour but de parvenir à la connaissance des lois générales de la constitution des organes dans le corps des êtres. Selon la forte expression de Buffon, elle est « la science de l'économie animale ». Elle doit donc, pour aboutir à ses fins, étudier chaque organe dans la série entière de ces êtres. Or les deux collaborateurs, suivant une marche toute contraire, ont limité leurs investigations aux animaux supérieurs, et les ont effectuées séparément, espèce par espèce, au lieu de les joindre par systèmes organiques pour faire des comparaisons plus utiles. Après avoir pressenti, par une intuition géniale, qu'il existe une science synthétique des formes et des structures comme il en est une des fonctions et des vies, Buffon, même aidé du scalpel et du talent de Daubenton, ne put réussir à fonder ce qu'il entrevoyait.

Digitized by Google

Il faudra, plus tard, pour créer cette science, pour en coordonner les dispositions, l'effort de Cuvier, ses dissections d'animaux inférieurs et les démonstrations qu'il en fit, afin de lier entre elles des notions inédites ou morcelées jusqu'à lui.

L'œuvre anatomique et zoologique de Daubenton doit donc se considérer comme un imposant ensemble de descriptions détaillées, et non comme une synthèse réelle. Si elle tente par intervalles d'employer la comparaison, d'éliminer le variable pour retenir le constant, de suivre ainsi dans leur diversité plusieurs dispositions fondamentales, elle s'attache de préférence à exposer les conformations telles qu'elles se présentent parmi les groupes multiples. Elle est un Traité d'anatomie descriptive des animaux supérieurs. Envisagée de cette sorte, qui est la vraie, elle fonde d'elle seule un monument superbe, solide, dont les fermes assises continuent à supporter les nombreux développements ensuite parajoutés. Elle a donné un modèle, souvent copié depuis, et toujours avec fruit.

Dr Louis Roule,
Professeur au Museum National
d'Histoire Naturelle.

LE TRANSSAHARIEN

ŒUVRE NATIONALE DE PREMIÈRE URGENCE (1)

Plus de deux ans se sont écoulés, depuis que le Conseil Supérieur de la Défense Nationale a proclamé la nécessité, l'urgence même, de la construction du chemin de fer Transsaharien.

Au cours de ces deux années, le problème des communications entre l'Afrique Française du Nord et le Soudan Occidental et Central, n'a pas cessé de préoccuper l'opinion de ce pays.

Or, le succès même des grandes traversées en automobile a mis en pleine lumière que ce mode de locomotion, s'adaptant admirablement aux besoins du tourisme, était complètement incapable de satisfaire aux conditions, qu'imposent les transports militaires et commerciaux.

Ceux-ci, il a bien fallu le reconnaître, ne sauraient être organisés pratiquement sans le recours à la voie ferrée.

Et c'est ainsi que l'expérience est venue administrer la preuve indiscutable de la clairvoyance du Conseil Supérieur de la Défense Nationale, demandant dès 1923 l'exécution immédiate du Transsaharien.

Rien, cependant, n'a été entrepris jusqu'à l'heure actuelle ; si une solution a été ébauchée, elle est restée entièrement en suspens.

Toutefois, l'inaction de la France dans cette question d'une importance capitale ne saurait se prolonger sans préjudice grave pour ses intérêts vitaux, en présence de l'évolution incessante et de plus en plus accélérée, dont le continent africain offre le spectacle impressionnant.

***

Le fait qui domine aujourd'hui cette évolution, c'est le développement intensif du Congo Belge, en premier lieu du district du Katanga.

La Belgique a compris que, dans la lutte pour la sauvegarde de son indépendance économique, elle devra avant tout s'appuyer sur sa grande colonie africaine, et doter celle-ci d'un puissant outillage, afin de l'élever à la hauteur du rôle, qu'elle sera appelée à jouer dans un prochain avenir.

Aussi bien, et malgré les difficultés financières de l'heure présente, le Parlement belge n'a-t-il pas songé à refuser son approbation à la conclusion aux Etats-Unis d'un emprunt de 50 millions de dollars, dont les quatre cinquièmes, soit 40 millions, sont destinées à l'exécution de grands travaux d'utilité publique au Congo, notamment de routes, de ports et de voies ferrées.

C'est ainsi qu'avec une largeur de vues qui lui fait honneur, le Gouvernement de Bruxelles va résolument engager dans sa colonie une série de dépenses, dont le total ne sera pas loin d'atteindre le cinquième du budget de la Métropole. Il a la conviction que ces dépenses seront productives, qu'en développant sur une grande échelle les moyens de transport, il stimulera énergiquement l'exploitation des richesses congolaises.

La mère-patrie retirera les plus précieux avantages de l'activité ainsi créée, puisque les sacrifices consentis lui auront permis de constituer un bloc belgo-africain, et de s'affranchir, dans une large mesure, des marchés étrangers, tant asiatiques qu'américains.

***

Déjà le Katanga, sous l'impulsion principalement de l'Union Minière, a pris un essor remarquable, qui s'accentuera encore davantage lorsque le problème de ses voies d'accès aura été définitivement résolu.

En effet, la situation géographique du Katanga, à l'origine supérieure du bassin du Congo, rend fort difficile l'évacuation de ses produits.

(1) *Revue Scientifique* du 24 novembre 1923 : *A. Fock.* Le Tracé du chemin de fer transsaharien et 14 juin 1924 ; *A. Fock* : Le Tracé du Transsaharien en fonction de son prolongement maritime.

Digitized by Google

Il ne dispose jusqu'à présent que de deux communications directes avec la mer : vers le Sud, par le chemin de fer de Bukama au Cap (environ 4.350 kilomètres) ; vers le Sud-Est, par celui de Kambove, Kafué et Salisbury à Beira (1.820 kilomètres)

Les Allemands, que remplacent aujourd'hui les Anglais, ont abordé le Katanga du côté de l'Est, en construisant la voie ferrée entre l'océan Indien et le Tanganyka (de Dar-es-Selam à Kigoma, sur 1.270 kilomètres). De la rive opposée du lac part le chemin de fer belge de la Loukouga (275 kilomètres), qui conduit d'Albertville à Kabalo sur le Loualaba ou Haut-Congo, à environ 500 kilomètres en aval de Bukama.

***

La sortie du Katanga vers l'Ouest s'effectue suivant un itinéraire mixte, que les chemins de fer du Congo Supérieur (de Congolo à Kindu, et de Ponthierville à Stanleyville), alternant avec les biefs navigables du fleuve, font aboutir d'abord à Stanleyville, à environ 1.600 kilomètres de Bukama.

L'itinéraire emprunte ensuite le Moyen-Congo sur 1.650 kilomètres jusqu'à Kinshasa, pour se terminer à Matadi par le chemin de fer du Bas-Congo (400 kilomètres).

Afin de s'affranchir dans la mesure du possible de cette voie d'évacuation longue et coûteuse, les Belges construisent actuellement la voie ferrée de Bukama à Ilebo sur le Sankourou (900 kilomètres), d'où la route fluviale du Kassaï permettra de gagner le Stanley Pool et Kinshasa.

***

Cependant, au delà des frontières du Congo Belge, une communication directe entre Bukama et l'Atlantique est en cours d'exécution.

Il s'agit du chemin de fer du Benguella, qui, prenant son origine à Lobito Bay, et déjà ouvert à l'exploitation jusqu'à Silva Porto, sur 626 kilomètres, atteindra d'ici un ou deux ans, après un parcours total de 1.450 kilomètres, le point de Fungurume, gare de la ligne d'Elisabethville par Kambove à Bukama.

Une fois livrée à la circulation sur toute sa longueur, cette voie d'accès sera incontestablement la meilleure jusqu'à nouvel ordre. Elle fera une rude concurrence aux routes mixtes du Congo Belge, dont elle détournera sans aucun doute une partie importante du trafic d'exportation et d'importation.

***

Telle est la situation au Sud et à l'Ouest de Stanleyville. Elle est bien moins avancée au Nord et à l'Est de ce point central de la colonie Belge. Les difficultés d'accès y sont plus grandes, les distances à franchir plus considérables.

Néanmoins, les Belges n'ont pas hésité à envisager la mise en exploitation de ces riches régions par l'organisation des transports sur route et sur rail.

Ils ont déjà établi une piste automobile de 900 kilomètres, avec un pont métallique sur l'Ouèlé, reliant le Moyen-Congo au Haut-Nil, depuis Boumba en aval de Stanleyville jusqu'à Redjaf en amont de Gondokoro.

D'autre part, ils ont entrepris les études définitives de la voie ferrée, dont le tracé suit le même itinéraire, avec un embranchement vers les mines de Kilo et de Moto.

De Redjaf, il sera possible de descendre le Nil sur 1.300 kilomètres jusqu'à Kosti, où le chemin de fer de Khartoum traverse le fleuve, ou bien de rejoindre Naïrobi, sur le chemin de fer de l'Ouganda (de Kilindini à Kisoumou), par la piste automobile qui, depuis Redjaf et Mongalla, prolonge celle venant de Boumba dans le Congo Belge.

***

Ainsi, le Katanga est encerclé par les chemins de fer anglais et portugais, aboutissant à des ports maritimes, tandis que les parties septentrionales et orientales du Congo Belge ne communiquent avec la mer qu'au moyen d'itinéraires mixtes, dont ceux vers l'Est se trouvent sous le contrôle anglais.

Fâcheux état de choses, que seule pourrait modifier l'ouverture de la route du Nord, prolongée à travers les colonies françaises.

Négligée jusqu'ici comme étant pratiquement inutilisable, cette route mérite aujourd'hui, semble-t-il, d'être prise en considération, tout au moins pour les voyageurs et les produits de grande valeur.

Du côté Belge, on en a l'intuition. En effet, le 12 janvier dernier, au poste de Zongo, sur la rive gauche de l'Oubangui, le Gouverneur général *Martin Rutten* saluait, à l'occasion de l'arrivée de la mission *Haardt-Audoin Dubreuil*, l'ouverture d'une route nouvelle entre « la Méditerranée et le cœur de l'Afrique ».

Du côté français, M. *Georges G. Toudouze*, dans la *Revue des Deux Mondes* du 15 octobre 1924, a lancé l'idée du grand chemin commercial Rotterdam-Brazzaville. D'après cet auteur, le bloc latin avec ses annexes, la Belgique, les Pays-Bas et même la Suisse, doit orienter son expansion dans la direction Nord-Sud, et la prolonger en Afrique, en englobant l'Afrique du Nord, l'Afrique Occidentale et l'Afrique Equatoriale françaises, avec le Congo Belge.

Digitized by Google

***

Pour réaliser ce programme, il faudra construire le Transsaharien à deux branches, celle de l'Ouest se terminant à l'intérieur de la boucle du Niger, celle de l'Est passant par le Tchad et se dirigeant vers la frontière de la colonie du Congo, à Zémio ou à Rafaï, afin de s'y raccorder au chemin de fer, que les Belges auront construit à partir de Stanleyville.

Quels éléments de succès offrira la nouvelle route ainsi ouverte vers la Méditerranée, notamment pour le transport des voyageurs? A ce point de vue restreint, elle n'aura qu'une seule concurrence à craindre, celle de l'itinéraire par Lobito Bay.

Comment la comparaison se présente-t-elle entre les deux trajets pour la région la plus éloignée, c'est-à-dire pour le Katanga?

***

Les parcours par chemin de fer de Lobito Bay par Fungurume et de Stanleyville par Kabalo à Bukama sont sensiblement les mêmes, environ 1.600 kilomètres, en admettant, ce qui s'impose, que soient exécutés les tronçons de Ponthierville à Kindu et de Kabalo à Bukama.

Il suffira, dès lors, de mettre en regard les trajets de Londres à Lobito Bay par mer, et de Londres à Stanleyville par Paris, Alger et le Transsaharien.

***

Londres-Lobito Bay. — Durée 20 jours.

Coût. — £ 50 en 1re classe, soit 4.500 francs environ au taux actuel du change.

Londres-Alger-Stanleyville.

Durée — 7 jours, soit : Londres-Alger, 2 jours ; Alger-Stanleyville, 5 jours, pour 5.800 kilomètres à la vitesse commerciale de 50 kilomètres à l'heure.

Coût. — 3.620 fr., soit :

Londres-Alger.....	600 fr.
Alger-Stanleyville.....	600 fr.
5.800 kil. à 0,40,.....	2.320 fr.
Frais de route :	
7 jours à 100 fr.....	700 fr.
Total.....	3.620 fr.

En envisageant la baisse et la stabilisation du change à 65 francs pour la livre sterling, les calculs ci-dessus se modifient comme suit :

Londres-Lobito Bay.

Coût : £ 50 à 65 francs, soit 3.250 francs.

Londres-Alger-Stanleyville.

Coût : 3.270 francs, soit :

Londres-Alger.....	540 fr.
Alger-Stanlayville :	
5.800 kil. à 0 fr. 35	2.030 fr.
Frais de route.....	700 fr.
Total	3.270 fr.

***

Dans la première hypothèse, le Transsaharien fera réaliser une économie d'environ 20 % sur le prix du voyage ; dans la seconde, il y aura égalité entre les deux routes.

Mais, en tout état de cause, celle de la Méditerranée permettra de gagner 13 jours sur 20. Aucun voyageur n'hésitera, dès lors, à la prendre, même jusqu'au Katanga, à plus forte raison jusqu'à Stanleyville. Car pour ce dernier centre, la route de Lobito Bay sera évidemment dans l'impossibilité de soutenir la concurrence.

La conclusion inverse s'impose forcément, en ce qui concerne les marchandises lourdes et de faible valeur. La route de la Méditerranée n'entrera en ligne de compte que pour les produits d'un prix élevé et d'un poids restreint, de même que pour les services postaux, où la rapidité des transports constitue le facteur essentiel.

***

Ainsi, le Transsaharien sera non seulement l'animateur de l'Afrique Française, en déterminant l'essort vigoureux de la mise en valeur agricole et industrielle, tant du bassin du Tchad que de la boucle du Niger. Il créera, en outre, le bloc latin dans le continent noir, en rattachant le Congo belge à la Méditerranée.

Résultat d'une importance considérable, en face du bloc anglo-saxon, qui, du Cap au Caire, s'étend sur la presque totalité de la moitié orientale de l'Afrique.

Mais est-il encore temps de réaliser cette conception ? Dans quel délai le rail, venant du Nord, pourra-t-il arriver sur les bords du Congo ?

C'est là la question qui reste à examiner au double point de vue technique et financier.

***

Le projet de concession du Transsaharien, soumis au Gouvernement depuis le mois de février 1921, expose un programme complet pour l'exécution des travaux.

En raison de la faible importance des terrassements, d'une part, de l'absence de tout ouvrage d'art jusqu'au Niger et au Tchad, d'autre part, l'allure de la construction dépendra essentiellement de l'organisation rationnelle de deux services, celui des transports de l'arrière à l'avancement, et celui du chantier de pose de la voie.

L'examen détaillé, dont l'un et l'autre ont été l'objet, a permis de formuler les prévisions ci-après.

La période préparatoire, consacrée aux études

***

Digitized by Google

définitives du tracé et à la constitution des premiers approvisionnements de matériel, ne se prolongera sans doute pas au delà de deux ans.

Ensuite, il suffira de trois à quatre ans pour pousser le rail jusqu'au Niger. Au bout de quatre à cinq ans, il atteindra le Tchad ; son arrivée à Zémiot ou à Rafaï aura lieu deux ou trois ans plus tard.

En somme, dans dix ans, au maximum, Stanleyville, que les Belges auront relié à la frontière française, sera en communication directe avec la Méditerranée, au moyen de trains rapides, sans transbordement ni rupture de charge.

Au surplus, dès que le chemin de fer sera parvenu au Tchad, un service régulier par automobiles, dont le parcours diminuera au fur et à mesure de l'avancement du rail, permettra d'assurer provisoirement la liaison avec la frontière du Congo Belge.

***

L'estimation, basée sur les prix actuels du matériel fixe et roulant, de la main-d'œuvre, et des fournitures de toute nature, ressort, pour la dépense de premier établissement, à la moyenne de 300.000 fr. par kilomètre, y compris tous frais accessoires et les intérêts intercalaires pendant la durée de la construction.

Etant donné que l'infrastructure, réduite à des terrassements presque insignifiants et à des consolidations de la voie, n'intervient que pour 25.000 fr., soit pour un douzième dans ce total kilométrique, il est permis d'affirmer qu'en tablant sur celui-ci, on sera, dans la limite des prévisions humaines, à l'abri des dépassements de quelque ampleur.

Le Transsaharien à deux branches comporte un réseau d'environ 6.600 kilomètres à construire. A raison de 300.000 francs par kilomètre, la dépense totale s'élèvera donc à 1.980.000.000 francs, soit à 2 milliards en chiffres ronds, à répartir sur huit à dix ans.

***

La garantie d'intérêt fonctionnera :

Pour la branche Ouest jusqu'au Niger, à partir de la septième année, soit 1932 au plus tôt, sur 2.450 kilomètres à 300.000 fr.	735.000.000 fr.
Pour la branche Ouest au delà du Niger et la branche Est jusqu'au Tchad, à partir de la huitième année, soit 1934 au plus tôt, sur 2.450 kilomètres à 300.000 francs	735.000.000 fr.
Pour la branche Est au delà du Tchad, jusqu'à Zémio ou à Rafaï, à partir de la dixième ou onzième année, soit 1936, ou 1937 au plus tôt, sur 1.700 kil. à 300.000 fr.	510.000.000 fr.
Pour le total des 6.600 kilomètres, à partir de 1936 ou 1937, sur	1.980.000.000 fr.

En vue de faire ressortir les charges budgétaires maxima, susceptibles de se produire, il convient de se placer dans l'hypothèse la plus défavorable, comportant l'appel intégral à la garantie d'intérêt. Celle-ci s'élèvera dès lors :

En 1933, à 7,2 % sur 735 millions, soit : 52.920.000 francs ;

En 1934, à 7,2 % sur 1.470 millions, soit : 105.840.000 francs.

En 1936 ou 1937, à 7,2 % sur 1.980 millions, soit : 142.560.000 francs.

Tel serait le bilan financier, au cas où les recettes de l'exploitation n'arriveraient qu'à contrebalancer exactement les dépenses. Mais cette éventualité ne saurait guère être retenue ; un pessimisme exagéré pourrait seul la concevoir. Aussi bien, est-on réellement fondé à escompter des résultats bien supérieurs, dès l'ouverture même à la circulation de la branche Ouest jusqu'au Niger.

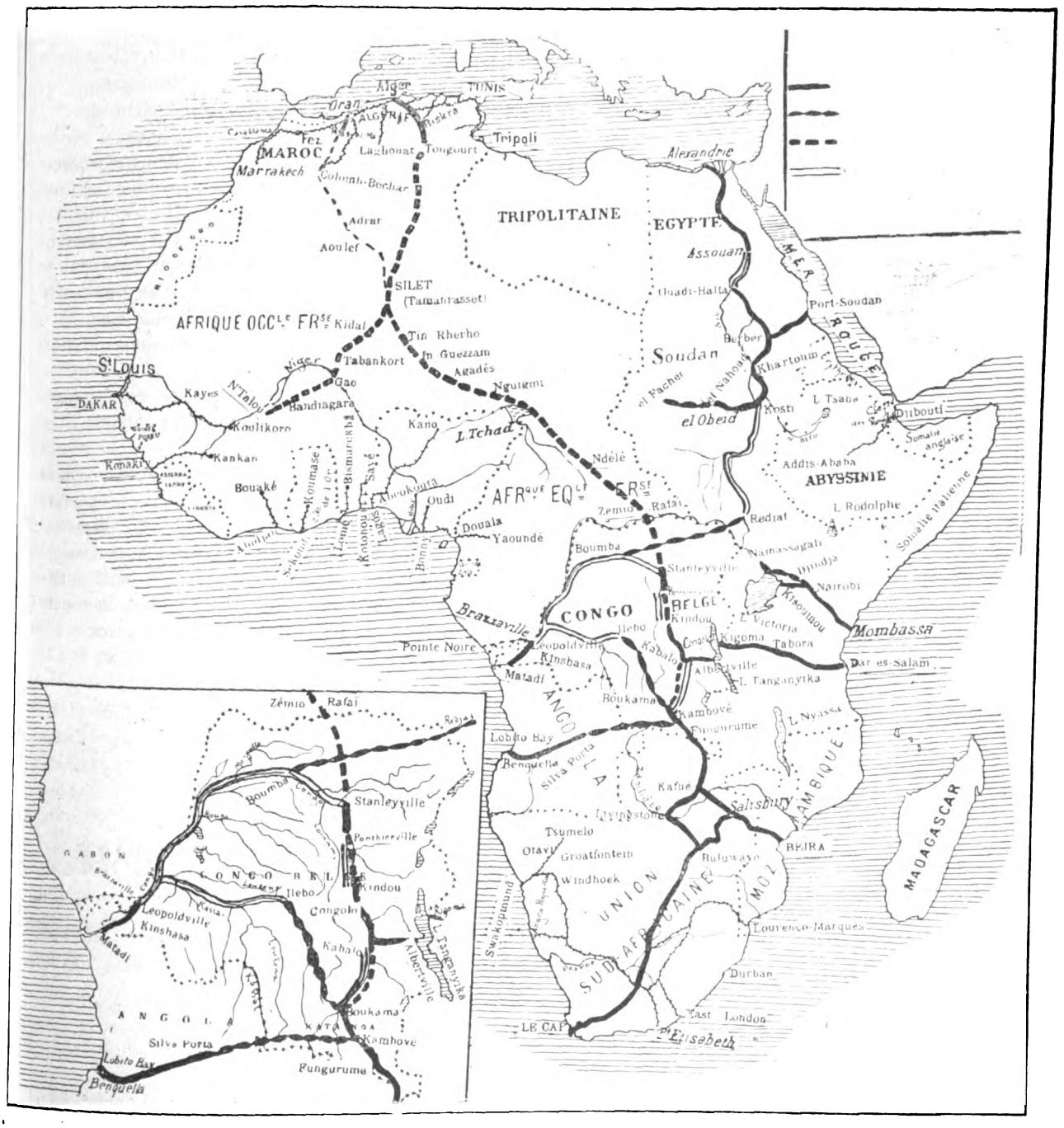
***

Les évaluations relatives aux recettes du Transsaharien ne s'appuient, évidemment, que sur des probabilités. Toutefois, pour les voyageurs comme pour chaque catégorie de marchandises, il se développera, en tout état de cause, un trafic minimum, dont il est possible de définir les éléments. En effet, à ceux qui existent dès maintenant, viendront s'ajouter ceux qu'infailliblement l'approche du rail fera naître. Le point délicat consiste à chiffrer ces derniers avec prudence et mesure.

C'est dans cet ordre d'idées qu'a été élaboré le budget de l'exploitation du chemin de fer, joint au projet de concession, actuellement soumis au Gouvernement.

Les dépenses, au lieu d'être exprimées en pourcentage des recettes brutes, ont été calculées par la méthode directe, en partant, pour la traction, d'une donnée à peu près certaine, celle de la consommation moyenne de charbon par kilomètre de train, puis pour l'entretien de la voie et le mouvement (l'exploitation proprement dite), de la comparaison avec les services correspondants d'autres lignes désertiques.

Digitized by Google


Alger
TUNIS
Oran
ALGERIE
Tripoli
MAROC
Marrakech
Laghouat
Tougourt
Alexandrie
TRIPOLITAINE
EGYPTE
Adrar
Aoulef
Assouan
MER ROUGE
SILET
(Tamanrasset)
Ouadi-Halfa
Port-Soudan
AFRIQUE OCCLE FRSE
Kidal
Tin Rherho
In Guezzam
Agadès
Berber
Soudan
Khartoum
St LOUIS
Niger
Tabankort
Gao
Nguigmi
el Facher
el Nahoud
DAKAR
Kayes
N'Talou
Bandiagara
Koulikoro
Kano
L Tchad
el Obeid
Kosti
L Tsana
Djibouti
Somalie anglaise
Konakry
Kankan
Bouaké
Kouroussa
Bismarckia
Sayé
Oudi
AFRque EQLE FRSE
Ndélé
Addis-Ababa
ABYSSINIE
Douala
Yaoundé
Zémio
Rafaï
Redjaf
L Rodolphe
Somalie Italienne
Boumba
Stanleyville
Djindja
Nairobi
Brazzaville
CONGO
BELGE
Kindou
Ilebo
Victoria
Kisoumou
Mombassa
Pointe Noire
Leopoldville
Kinshasa
Kabalo
Kigoma
Tabora
Matadi
Albertville
Dar es-Salam
L Tanganyika
Boukama
Kambové
ANGOLA
Lobito Bay
Benguella
Silva Porta
Kafué
L Nyassa
Salisbury
Tsumelo
Otavi
Groatfontein
BEIRA
Windhoek
Bulawayo
UNION SUDAFRICAINE
MOZAMBIQUE
MADAGASCAR
Lourenço-Marques
Durban
East London
LE CAP
Elisabeth
GABON
Pointe-Noire
Loango
Ogooué
Franceville
Mayumba
Setté-Cama
Libreville
Port-Gentil
Ndjolé
Lambaréné
Fernan-Vaz
Mouila
Lac Onangué
Lac Azingo
Lac Fernan-Vaz
Lac Iguela
Lac Nkomi
Lac Divindo
Lac Ezanga
Lac Sangué
Lac Bissindi
Lac Ngové
Lac Ossoué
Lac Bissindi
Lac Ngové
Lac Ossoué
Lac Bissindi
Lac Ngové
Lac Osso

Les chiffres ainsi obtenus présentent le plus haut degré d'exactitude, auquel il semble possible d'atteindre.

***

Avec deux trains journaliers en chaque sens, un de voyageurs et un de marchandises, les évaluations aboutissent, dans ces conditions, au tableau suivant, pour la période initiale sur la branche Ouest jusqu'au Niger :

Recettes ..... 42.000 francs par kilomètre
Dépenses ..... 20.000 — —

Dès lors, les recettes couvriront non seulement les frais d'exploitation, mais aussi l'intérêt et l'amortissement du capital de premier établissement, 7,2 % sur 300.000 francs, soit 21.600 francs.

La garantie de l'État ne jouera pas.

Pour la période de développement progressif de l'exploitation, celle-ci embrassant la totalité des deux branches Est et Ouest, le tableau récapitulatif du budget, avec un train de voyageurs et quatre trains de marchandises par jour en chaque sens et sur chaque branche, se présente de la façon ci-après :

Recettes ..... 62.350 francs par kilomètre
Dépenses ..... 40.530 — —

L'excédent des recettes sur les dépenses, soit 21.820 francs par kilomètre, suffira, comme pendant la période initiale, à faire face au service de l'intérêt et de l'amortissement du capital de premier établissement.

Aucun appel à la garantie de l'État ne sera nécessaire.

***

L'exposé qui précède se résume en quelques points essentiels :

1° La construction du Transsaharien à deux branches présente un caractère de réelle urgence, en premier lieu pour la Défense Nationale, ensuite pour la mise en valeur intensive de la boucle du Niger et du bassin du Tchad, enfin pour la création du bloc latin depuis la Méditerranée jusques et y compris le Congo Belge.

2° Le projet technique du Transsaharien est prêt ; sa réalisation peut être entreprise sans retard.

3° Le programme d'exécution a été étudié dans tous ses détails. Il fournit la démonstration que les travaux seront susceptibles d'avancer à une allure très rapide (1), et qu'après une période préparatoire de deux ans, le rail pourra parvenir en trois à quatre ans au Niger, en cinq ans au Tchad, en sept ans à la frontière du Congo Belge.

4° Les estimations détaillées pour la dépense de premier établissement et pour le budget de l'exploitation font ressortir, que, dès le début, le Transsaharien se suffira à lui-même et n'aura donc pas à faire appel à la garantie d'intérêt de l'État.

Que si, par prudence, l'éventualité d'une charge, devant incomber à l'État du chef de la garantie d'intérêt, est néanmoins admise, cette charge ne s'inscrira au budget général qu'à partir de 1933 au plus tôt, c'est-à-dire à une époque, où les finances de la France seront sans doute redevenues normales.

***

En présence de telles prévisions, donnant en somme tout apaisement au point de vue budgétaire, d'une part ; d'un dossier complètement en état, et d'une préparation poussée aussi loin que possible, d'autre part ; comment se justifieraient de nouveaux ajournements dans la mise en œuvre d'un projet, touchant de si près aux intérêts vitaux de ce pays ?

Le Gouvernement possède tous les éléments le mettant à même de statuer sur les propositions fermes et précises dont il est saisi, et qui ont été examinés à fond par les services compétents.

Ce que la Belgique, par une initiative aussi réfléchie que hardie, accomplit dès maintenant dans le bassin du Congo, afin de se forger une solide armature économique, la France ne se doit-elle pas à elle-même de l'entreprendre, à des fins identiques, dans son magnifique domaine au delà de la Méditerranée ?

A. Fock.

(1) 70 kilom. en moyenne par mois.

REVUE INDUSTRIELLE

L'INDUSTRIE HOUILLÈRE. — SON DÉVELOPPEMENT ; SES RAPPORTS AVEC L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE (1).

IV. — Les Mines et la Distribution de l'Énergie

Nous avons vu, dans le précédent numéro de la *Revue Scientifique* (p. 264) que le problème devait naturellement se poser dans les mines, de fabriquer l'électricité pour la vente à l'industrie.

L'évolution de l'industrie minière a conduit les sociétés à construire de grosses centrales, d'importants réseaux de distribution intérieure aux con-

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 9 mai 1925, p. 264.

Digitized by Google

cessions, même à éclairer les cités ouvrières et les villages situés sur le terrain même des houillères,

Leur intérêt était d'améliorer la marche de leurs centrales en accroissant la charge des machines. Cet intérêt est encore accru aujourd'hui où l'on vend sous forme d'électricité des charbons intransportables et inexploités jusqu'alors.

Les mines ont donc :

soit vendu leur énergie à des sociétés de distribution indépendantes d'elles,

soit créé même des Sociétés filiales pour distribuer et vendre l'énergie.

Dans quelles conditions se présente le problème du transport à grande distance de l'électricité produite à partir des centrales thermiques ?

Il faut étudier cette question pour préciser le rôle à jouer par les houillères françaises dans l'électrification générale de la France.

Jusqu'où l'énergie électrique produite par les mines pourra-t-elle être transportée pour pouvoir être vendue moins chère au lieu d'utilisation que l'électricité créée par une centrale locale ou que l'énergie produite par les machines d'un industriel ?

C'est, en somme, l'etude comparative du transport de l'électricité et du charbon. On énoncera les résultats auxquels on est conduit :

D'une part pour les mines ;

D'autre part, pour les centrales des Sociétés distributrices d'électricité.

Cette comparaison repose sur les données suivantes :

On se bornera au prix du transport par chemin de fer : le prix de ce dernier est proportionnel à la distance, avec coefficients dégressifs.

On admettra une perte totale dans le transport de l'énergie de 10 % et une utilisation de 3.000 heures de la puissance transportée (cas d'une zone de distribution comportant quelques industries à très bonne utilisation, minoteries, cimenteries, filatures, etc.).

Deux cas sont à distinguer :

1° *La centrale de l'industriel située à x kilomètres de la centrale minière a* à priori *même prix de revient du kwh.*

Dans ces conditions, on a, même à 50 kilomètres, avantage à envoyer le charbon plutôt que transporter l'électricité.

Ceci explique qu'à l'heure actuelle les sociétés de la région de Lille, par exemple, qui ont à leurs centrales, de par les conditions techniques, de grosses unités et une bonne condensation, un prix de revient à peu près égal àe clui des centrales des mines situées à 40 kilomètres d'elles, n'ont pas avantage à acheter leur énergie aux mines.

Au contraire, les industriels, en général, n'arrivent pas à obtenir des prix de revient du kwh. sensiblement égaux à ceux des centrales minières. Le raisonnement précédent, pour des industriels situés à des distances moyennes et ne pouvant installer de très grosses centrales de plusieurs milliers de kw., ne s'applique donc pas. Ils auront, en général, intérêt à prendre le courant du secteur.

On peut encore tirer de notre conclusion un enseignement intéressant : une société de distribution, autre qu'une filiale des mines — nous laissons ce cas de côté — n'aura pas avantage à envoyer son électricité à plus de 50 kilomètres. Elle préférera créer une deuxième centrale pour alimenter la région à desservir : La Société Électricité et Gaz du Nord a fait sienne cette théorie, et s'est développée en créant des centrales locales au fur et à mesure des besoins, centrales de puissance moyenne (30.000 kw. par exemple) à distances de 50 kilomètres les unes des autres : C'est le cas de Jeumont, Maubeuge, Hirson, Aulnoye, etc.

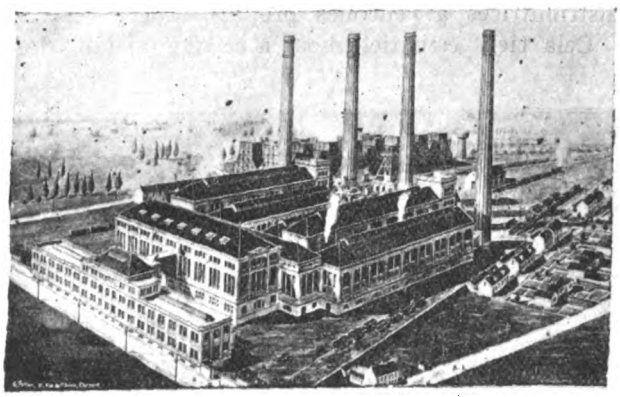


Fig. 196. — Mines de Lens.
Centrale électrique de Pont-à-Vendin et fosse n° 10.

2° Le deuxième cas est le cas général :

Étant donné que l'on arrive à faire le kwh. à une centrale locale à un prix donné, à quel prix maximum doit-on vendre le kwh. aux barres de la centrale minière pour avoir avantage à transporter le kwh. au lieu de le faire à la Centrale locale?

Le prix à la mine doit toujours être inférieur au prix à la centrale locale.

La différence entre ces deux prix augmentera avec la distance et le prix du kwh. à la centrale locale.

De l'examen des prix actuels et des possibilités d'emploi de charbons très inférieurs à la centrale minière on conclut qu'une telle centrale à prix de revient bas pourra avantageusement distribuer son électricité à grande distance aux industriels jusqu'à 200 kilomètres par exemple.

Digitized by Google

On peut dire que pour transporter à des distances comprises entre 50 *et* 200 *kilomètres l'énergie provenant des mines, il faut que le prix de revient du kwh. pris aux barres de la centrale minière soit inférieur à celui du kwh. fabriqué au lieu d'utilisation, d'une quantité pouvant varier entre* 0 *cent.* 5 *et* 3 *centimes.*

La société distributrice, si elle est alimentée à bon compte par les compagnies minières pourra avoir un rayon d'action plus étendu que les sociétés distributrices à centrales propres.

Cela tient essentiellement à ce que du fait des

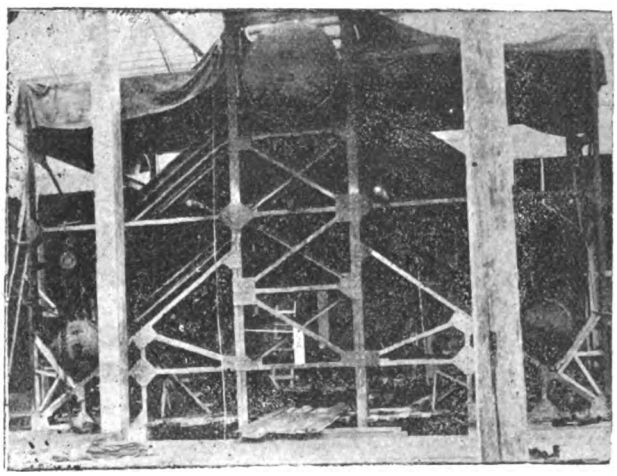


Fig. 197. — Chaudière du Temple de 1.000 mètres carrés. — Vue montrant la chaudière avec ses faisceaux tubulaires, mais les surchauffeurs n'étant pas en place.

pertes en ligne, le rayon d'action des Mines au point de vue transport de force électrique est étroitement lié au prix de revient du kwh.

On revient donc à la nécessité de brûler des combustibles très inférieurs à la centrale minière.

En définitive :

1° Si les mines continuent à brûler dans leurs centrales des charbons marchands ou même de valeur médiocre valorisés en leur donnant un prix proportionnel aux calories qu'ils renferment,

Le rayon de distribution sera faible, le transport du charbon au delà de ce rayon étant moins onéreux que le transport de l'électricité.

Les distributeurs auront avantage à créer des centrales locales pourvu que ces centrales soient assez importantes et aient un bon rendement thermique.

2° Si, au contraire, les mines brûlent de plus en plus des combustibles très cendreux, à valeur marchande très faible :

Elles pourront alors prétendre transporter leur énergie — elles ou leurs filiales — jusqu'à 200 kilomètres, alimenter des régions d'étendue considérable et fournir aux grandes sociétés de distribution de leur région, indépendantes d'elles parfois, l'énergie supplémentaire que ces firmes ne pourront produire dans leurs centrales devenues trop petites.

V. — LE ROLE DES MINES DANS L'ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA PRODUCTION ET DE LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE.

Les considérations que nous venons de développer montrent le rôle considérable que peuvent et doivent jouer les mines dans l'électrification générale de la France.

Nous ne pouvons que répéter ce que nous avons dit en commençant : la pauvreté de nos ressources d'énergie est telle que le devoir est impérieux de les utiliser au maximum.

Si d'un côté l'équipement de nos chutes d'eau se poursuit avec vigueur et permettra un développement considérable de notre industrie, l'utilisation de nos charbons inférieurs, intransportables, s'impose pour la fabrication de l'énergie électrique. Il s'agit là d'une économie nationale qui peut se chiffrer par plusieurs millions de tonnes de houille disponible pour d'autres besoins. Rien que pour le Nord de la France (Nord, Pas-de-Calais, Aisne, Somme) où l'on consomme un milliard de kwh., on peut compter, si toute cette électricité était fabriquée à partir de charbons très cendreux, économiser un million de tonnes de bonne houille.

Bref, l'utilisation des charbons très cendreux des bassins houillers du Nord, de Lorraine, du Centre, les lignites du Sud (Fuveau près de Marseille, par exemple) se présente sous la forme d'une transformation *sur place* en énergie électrique.

Comment cette production d'électricité à partir d'usines thermiques s'harmonisera-t-elle avec l'organisation générale de la production et de la distribution de la France?

Deux cas sont à considérer :

1° La région ne possède aucun ressource hydraulique et est au contraire à proximité des bassins houillers : cas du Nord, du Nord-Est et de la région Nord avoisinant Paris.

Dans ce cas, la production d'énergie thermique au meilleur compte s'impose. Les houillères devront, d'après ce que nous avons dit plus haut, être de grandes productrices d'électricité et vendre aux divers industriels. Nous verrons ce cas plus en détail.

2° La région possède des ressources hydrauliques ou est à distance raisonnable de sources hydrauliques. C'est le cas général de la France au sud

Digitized by Google

d'une ligne : Nantes, Orléans, Troyes, Belfort, grâce aux ressources du Plateau Central, du Jura, des Alpes et des Pyrénées, sauf exceptions locales.

L'énergie thermique servira alors de régulation, ou de pointe aux usines hydrauliques conjuguées elles-mêmes de bassin à bassin, afin de compenser les fluctuations saisonnières. Là aussi l'énergie produite par les mines à bon compte sera particulièrement avantageuse.

Nous retrouverons ce cas dans les énumérations rapides que nous allons maintenant vous exposer.

A) *Cas du Nord de la France.* — Dès avant la guerre, les mines du Nord avaient développé leurs centrales. Les mines de Bruay, Béthune et Lens constituaient des sociétés de distribution filiales, dont les réseaux haute tension atteignaient déjà 1.200 kilomètres.

La guerre fit évidemment la ruine de toute cette entreprise. Centrales et réseaux disparurent. Mais à l'armistice on se trouvait devant un problème entièrement neuf.

Les mines sinistrées durent se rééquiper totale-

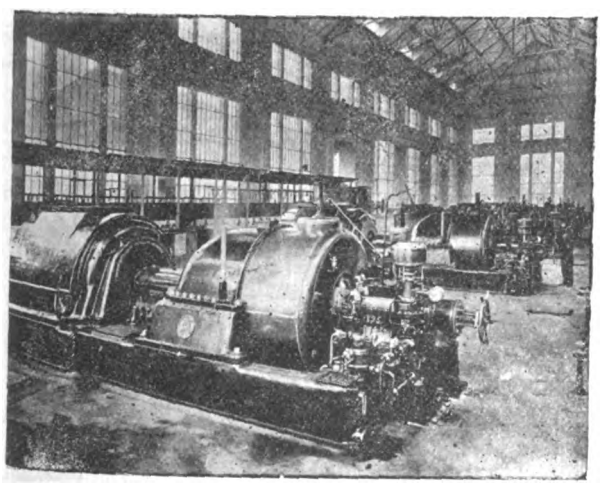


Fig. 198. — Mines de Lens.
Centrale de Pont à Vendin. — Salle des turbo-alternateurs.

ment et la plupart adoptèrent la solution de l'électrification globale de leurs services. Fin 1924, 400.000 kw. sont installés dans leurs centrales, contre 70.000 approximativement avant guerre. Ces chiffres ont leur éloquence.

Deux grandes sociétés constituées par des groupements de houillères se sont ou constituées ou reconstruites et distribuent dans le Pas-de-Calais, le Nord, la Somme, la Seine-Inférieure, l'Aisne, l'Oise jusqu'à Creil. Elles ont 3.000 kilomètres de lignes.

Ce sont les sociétés filiales des mines qui sont à grand rayon d'action, tandis que les sociétés distributrices indépendantes à centrales propres, distribuent dans des zones de faible étendue, conséquence des considérations développées précédemment.

Ces sociétés sont d'ailleurs fort importantes, car leur zone d'action est très industrielle, et leurs centrales ont quelques 300.000 kw. installés. Mais l'avenir est aux producteurs à bas prix. Gênées par le manque d'eau de condensation, les centrales

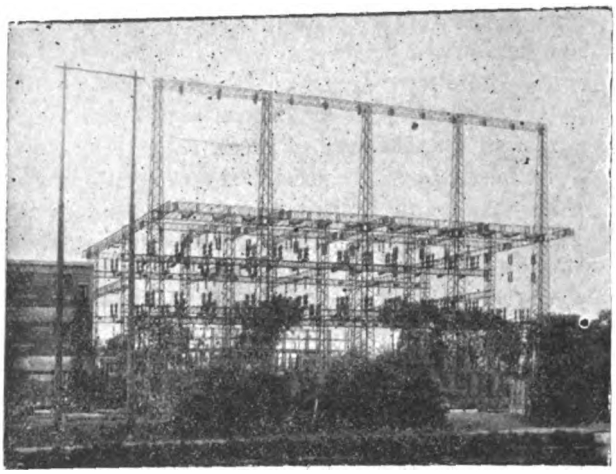


Fig. 199. — Départ aérien 90.000 volts de la Centrale d'Abbeville, de la Société Électrique du Nord-Ouest.

spéciales aux sociétés distributrices ne pourront guère croître. Ces sociétés auront tout intérêt à acheter leur énergie à bon compte aux mines lorsque celles-ci fabriqueront de l'électricité à partir de leurs déchets.

Jusqu'où donc les mines du Nord de la France enverront-elles l'électricité produite sur le carreau des mines ?

Nous eûmes, après guerre, d'ambitieux projets et l'État créa, à ses frais, un grand réseau de transport servant :

1° A réunir toutes les centrales du Nord : des mines et des sociétés indépendantes ;

2° A réunir toutes les centrales de l'Est ;

3° A réunir les régions Nord et Est ;

4° A réunir Paris au bassin minier.

Ce réseau a été exécuté et rend d'incontestables services.

Cependant, la liaison Paris-les Mines seule n'a pas été établie jusqu'ici.

Il faut avouer que nous ne croyons pas au transport à trop grande distance de l'énergie électrique en provenance des mines.

Tout d'abord les besoins du Nord se développent si vite que nous ne pensons pas que l'on puisse de longtemps songer à expédier, si ce n'est à titre de secours très temporaire, des quantités notables d'énergie soit vers Paris, soit vers l'Est.

Digitized by Google

Enfin, les chiffres indiquent que l'on n'a pas intérêt, économiquement parlant, à envoyer à plus de 200 kilomètres de l'énergie d'origine thermique même produite à bon compte.

Les liaisons Nord-Est, Nord-Paris ne sont donc à notre point de vue que des liaisons de secours exceptionnel.

En définitive, tout le Nord de la France, en en exceptant Paris, doit tirer, dans un avenir proche son alimentation d'électricité des centrales du bassin houiller du Nord.

B) *Cas de l'Est de la France.* — Ce n'est pas un cas aussi tranché que le précédent.

Le bassin houiller lorrain, si on excepte la Sarre dont les installations ne sont pas conçues pour alimenter la France en électricité, est moins considérable.

Cependant, la part des houillères est importante dans la distribution de l'énergie.

D'une part, les mines de la Houve distribuent par leurs filiales en Moselle et Meurthe-et-Moselle, elles sont reliées et fournissent partiellement à la Compagnie Lorraine à Nancy, aux Compagnies d'Alsace (Électricité de Strasbourg et Forces Motrices du Haut-Rhin), et sont aussi en relation avec les centrales hydrauliques suisses.

Ici apparaît aussi nettement l'intérêt des liaisons de centrales minières et hydrauliques.

Cela sera encore plus intéressant lors de l'aménagement des chutes du Rhin.

D'autre part, les mêmes mines de la Houve distribuent en Sarre, et par l'intermédiaire du réseau d'État, envoient de l'énergie dans les Ardennes (région de Charleville).

Les Mines de Petite Rosselle également, liées au réseau de transport de la Sidérurgie lorraine et au réseau d'État, envoient leur énergie dans la région de la Société de la Basse-Moselle par Thionville et Hayange.

Enfin, les Mines de Ronchamp, au voisinage de Belfort, distribuent dans la région des Vosges et de la Haute-Saône.

De ce rapide exposé se dégage le fait que les houillères lorraines envoient de plus en plus à grande distance l'énergie produite sur leurs carreaux.

Nous estimons que dans l'avenir, elles alimenteront toute cette région industrielle de l'Est en liaison et en parallèle avec les grandes centrales hydrauliques du Rhin à construire. La régulation de la production en sera grandement améliorée.

C) *Cas du Centre de la France.* — Région de la Côte-d'Or, Saône-et-Loire et Ain.

Les centrales minières des bassins houillers de Blanzy et Épinac fournissent l'énergie électrique nécessaire à l'alimentation de la région jalonnée par Mâcon, Chalon, Dijon, Auxerre. Elles sont en liaison d'une part avec la région du Jura, d'autre part avec la centrale hydraulique de Pougny-Chancy sur le Rhône, destinée tout d'abord aux besoins industriels du Creusot.

On peut espérer, dans l'avenir, une intéressante liaison de l'énergie thermique provenant de ces mines et de l'énergie hydraulique du Rhône. La mise en commun de ces moyens permettra une organisation méthodique de ces ressources et un développement des grandes artères électriques vers Troyes et Melun en direction de Paris.

B) *Région du Bassin houiller de Saint-Étienne.* — Les ressources hydrauliques sont dans cette région beaucoup plus importantes que les ressources d'énergie thermique. Aussi a-t-on cherché à réaliser surtout des grandes artères transportant l'énergie d'origine hydraulique.

La Société de Transport d'Énergie du Centre a créé ainsi et crée des liaisons à haute tension entre les Alpes et le Centre, conjuguant les bassins hydrauliques à régime différent du Plateau Central et des Alpes.

Ce sont les lignes : Loire-Auvergne de Saint-Étienne à Commentry par Roanne.

Cantal-Loire, amenant dans la région de Saint-Étienne l'énergie de la Truyère.

Alpes-Loire, amenant dans la région de Saint-Étienne l'énergie des Alpes près de Grenoble.

Loire-Jura, de Roanne à Villefranche.

La région de Lyon est d'ailleurs connectée à ce réseau, tandis qu'elle tire son alimentation des Centrales de Lyon, des centrales hydrauliques du Rhône et des Alpes (région d'Albertville).

Dans ce vaste ensemble, les mines jouent un rôle plus modeste, mais très utile. Elles cèdent aux périodes des basses eaux de l'énergie thermique aux Sociétés de distribution et leur en achètent en période de hautes eaux, et de nuit.

Les centrales minières sont donc dans cette région appelées de plus en plus à jouer un rôle régulateur très important.

D) *Autres régions.* — Il ne s'agira plus que de distributions régionales telles que la région d'Alais alimentée par la centrale des mines de la Grand'Combe ; la région du Tarn alimentée par la Société pyrénéenne d'énergie électrique par ses centrales hydrauliques de l'Agout et du Tarn (38.000 kw.) et la centrale des Houillères de Carmaux (20.000 kw.), cas identique au précédent.

Il ne nous resterait plus à mentionner que des vues d'avenir telles que l'utilisation des lignites français, en les transformant en énergie électrique soit directement, soit indirectement par l'inter

Digitized by Google

médiaire de la distillation à basse température pour en récupérer des huiles et goudrons.

Le bassin de Fuveau près de Marseille pourrait ainsi donner un appoint d'énergie bon marché, d'origine thermique, aux centrales hydrauliques de la Durance de la Société d'énergie électrique du littoral méditerranéen.

Les lignites du bassin du Comtat, d'Alais pourraient de même fournir l'énergie électrique dans la Vaucluse, la Drôme et l'Ardèche, et les schistes de Millau dans l'Aude et l'Hérault.

Mais ce ne sont là que des anticipations.

RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Nous avons tenté, au cours de cet exposé, de montrer comment se posait le problème de la modernisation de l'industrie houillère, question importante étant donné le peu de réserves de charbon que la France possède dans ses profondeurs. Extraire cette houille, avec le meilleur rendement, nécessite la mise en œuvre des moyens les plus modernes d'outillage, de l'organisation la plus rationnelle.

On peut espérer par un effort continu accroître notre production nationale toujours déficitaire, car c'est une nécessité de mettre à la disposition de la collectivité un tonnage de houille de plus en plus considérable.

A ce point de vue, le problème d'extraire ce charbon économiquement, avec les dépenses minima de combustible, se présente tout d'abord.

Nous avons vu que, dans ce but, l'électrification complète de tous les services des houillères s'imposait.

Dans le même ordre d'idées, afin d'épargner le charbon commercialement vendable, se pose la question de l'utilisation des combustibles inférieurs pour les besoins d'énergie des services de la mine.

Produisant de grosses quantités d'énergie, les houillères ont, par la force des choses, cherché à vendre leurs excédents à l'extérieur, puis elles ont compris qu'elles avaient ainsi le moyen d'utiliser des combustibles inférieurs en les transformant en électricité, énergie d'ordre supérieur.

Les houillères, en brûlant surtout dans leurs grandes centrales ces charbons très cendreux, utilisent donc sur place, comme on ferait d'une chute d'eau, une énergie jusqu'à présent abandonnée.

Cette énergie thermique produite est donc un gain pour le collectivité. Nous avons montré son rôle dans l'organisation générale de la France au point de vue de la production de l'électricité.

Le Nord et l'Est seront surtout alimentés par de l'énergie d'origine thermique, en provenance principale des mines, quoique dans l'Est apparaisse déjà l'électricité d'origine hydraulique, en connexion avec la première.

Par ailleurs, l'énergie thermique, et principalement celle en provenance des houillères, jouera le rôle précieux de régulateur, ou de pointe par rapport aux grands flux d'énergie électrique en provenance des chutes d'eau.

Tel est le rôle important qu'au point de vue de l'alimentation générale de la France en énergie électrique, peuvent jouer nos houillères, contribuant ainsi à l'exploitation la plus rationnelle de nos ressources naturelles.

BLUM-PICARD,
Ingénieur au Corps des Mines,
à Béthune.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

La grande Pyramide d'Égypte et l'astronomie. — L'astronome Piazzi Smith a signalé autrefois (1841) que les dimensions de la grande Pyramide traduisaient un certain nombre de données physiques et astronomiques importantes : distance du Soleil à la Terre, précession, aplatissement du globe terrestre, valeur du nombre π de la température de la Terre, etc. Il en concluait que les anciens Égyptiens, ou du moins leurs prêtres initiés, avaient des connaissances scientifiques égales ou même supérieures à celles que nous pouvons avoir aujourd'hui et, comme on ne trouve pas de traces de pareils travaux chez les anciens, il attribuait la science mystérieuse de ces temps lointains à une révélation divine. On est revenu depuis, de divers côtés, sur cette question. M. Pierre Salet (*Bulletin de la Société astronomique de France*, novembre 1924) fait remarquer justement que beaucoup des coïncidences signalées doivent être purement fortuites et ne sauraient nous rien révéler sur la science des Égyptiens qui, par tous les documents authentiques que nous possédons, semble n'avoir pas dépassé les limites de quelques connaissances pratiques. C'est aux Grecs qu'il faut faire remonter les débuts de la science rationnelle désintéressée.

Néanmoins, suivant M. Salet, la grande Pyramide présente un intérêt astronomique certain. De nouvelles mesures seraient nécessaires sur la Pyramide et son sarcophage, avec une précision aussi poussée que possible et l'indication de l'erreur probable. La connaissance de cette erreur permettrait seule de décider si les données

Digitized by Google

trouvées dans la pyramide sont voulues ou non. « Des chiffres donnés avec un nombre raisonnable de figures et une erreur probable sérieusement étudiée, seraient en tout cas bien utiles pour dissiper, chez les savants, la méfiance trop naturelle produite par les évaluations de hauteur de la pyramide au millimètre près ou de coudées en centièmes de millimètres. »

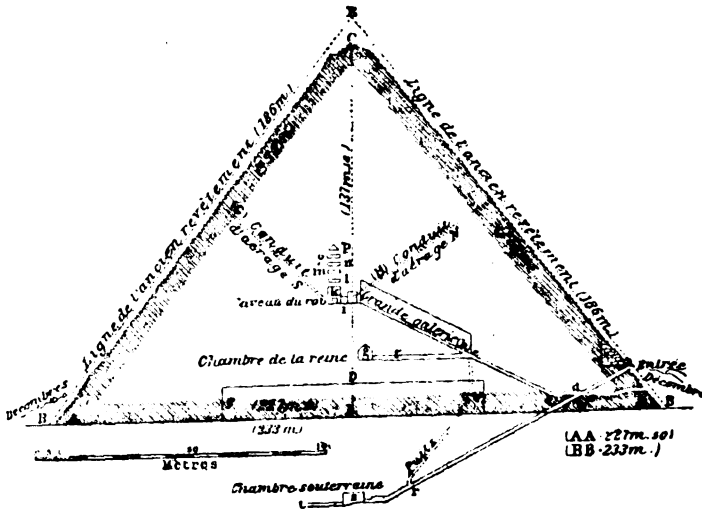


FIG. 200. — La grande Pyramide de Khéops (coupe).

Il ne faut pas oublier que, malgré les critiques que nous avons exposées, la grande Pyramide a un intérêt astronomique certain. Elle a servi, au moins pour l'orientation si précise de ses faces, d'observatoire astronomique. Il ne semble pas douteux qu'un des tunnels était destiné à viser l'Étoile polaire de cette époque. L'erreur probable de la mesure de l'inclinaison de ce tunnel serait très importante à connaître, notamment pour la détermination de l'âge de la pyramide. A. Bc.

Chimie

Albin-Haller (1849-1925). — La science française perd, en M. Albin Haller, une personnalité de premier plan. Par ses découvertes, par son enseignement, par ses écrits, par ses fonctions administratives, par son action sur les milieux universitaires et industriels, par son influence dans les sphères officielles, par toutes ses initiatives, il a puissamment contribué aux progrès de la chimie et de ses applications, au bien-être général et aux grands intérêts de la nation.

L'étude du camphre, qu'il aborda il y a près de soixante ans, apparaît comme l'axe de toutes ses recherches expérimentales. Malgré les travaux de maîtres célèbres, les Liebig, les Dumas, les Berthelot, les Kékulé, le problème de la constitution chimique de cet important produit naturel et, partant, de sa véritable fonction, restait à résoudre. Ayant obtenu le camphre cyané, il en prépara toute une série de dérivés, dont deux, l'acide camphocarbonique et l'acide homocamphorique, permettaient de régénérer le camphre. Travail fondamental, qui eut pour résultat, après que Haller eut réussi à passer de l'acide camphorique à l'acide homocamphorique, de ramener la synthèse du camphre à celle plus simple de l'acide camphorique.

Une autre série, de même origine, fut réalisée en condensant les aldéhydes et cétones aromatiques avec le camphre sodé. Les multiples substances ainsi mises au jour se sont prêtées à tout un ensemble de réactions, et elles ont notamment fourni, par réduction, des alcools camphrés.

En dehors du camphre ordinaire, Haller fut naturellement amené à s'occuper aussi des différentes variétés de camphre, ainsi que des alcools qui en dérivent, les bornéols, et à élucider leurs relations d'isomérie. Il montra que tous les camphres, naturels ou artificiels, sont chimiquement identiques et ne diffèrent que par leur pouvoir rotatoire. Il prouva qu'il en est de même des bornéols, et il émit l'opinion, aujourd'hui classique, que les isobornéols doivent être des isomères stéréochimiques des bornéols ordinaires.

L'étude de certains dérivés cyanés de la série grasse et de la série aromatique conduisit Haller à la découverte des acides méthéniques et méthiniques, dont les propriétés, pour lors bien imprévues, lui permirent de formuler ce principe que l'accumulation de radicaux négatifs dans la molécule de méthane confère aux dérivés, ainsi formés une fonction nettement acide, mais n'ayant rien autre de commun avec celle des acides carboxylés. C'est au cours de ces travaux, dont la portée théorique était manifeste, que Haller réalisa, en collaboration avec Held, une nouvelle synthèse de l'acide citrique.

Une méthode générale de synthèse d'une grande fécondité fut découverte par Haller il y a une vingtaine d'années. Il montra qu'on peut, en mettant en œuvre l'amidure de sodium, former aisément des composés sodés où le métal alcalin est remplaçable par les radicaux les plus divers. Il put ainsi effectuer d'abord, avec Martine, la synthèse de la menthone et du menthol, et préparer dans la suite, avec Bauer et une longue série d'autres élèves, de nombreuses polyalcoylcétones, grasses ou aromatiques, molécules arborescentes qui, de nos jours, servent couramment de matières premières pour des recherches dans toutes les branches de la chimie organique.

On doit à Haller la découverte de l'alcoolyse, réaction suivant laquelle les alcools, à la façon de l'eau, dédoublent, en présence d'un peu d'acide minéral, certaines molécules, comme celles des corps gras, qui donnent ainsi de la glycérine et des éthers-sels.

Rappelons encore, entre autres études, la synthèse des acides térébique et pyrotérébique (en collaboration avec Blanc), de longues recherches sur des dérivés de l'anthraquinone et des phtaléines et une synthèse du vert phtalique (avec Guyot), l'étude des chaleurs de neutralisation de certains pseudo-acides méthéniques (avec Guntz), celle des propriétés optiques d'un grand nombre de dérivés de corps actifs (avec Muller).

Comme il était naturel, de bonne heure l'originalité des travaux de Haller l'avait signalé à l'attention des corps savants. En 1891, alors qu'il était professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, après l'avoir été aussi à l'École Supérieure de Pharmacie de la même ville, il fut élu correspondant de l'Académie des Sciences, et, dix ans plus tard, peu après sa nomination, à la mort de Friedel, comme professeur de Chimie organique à la Sorbonne, il en devenait membre titulaire.

Il est superflu d'ajouter que toutes les grandes Académies d'Europe avaient tenu à honneur de s'associer l'illustre chimiste.

L'homme de laboratoire, chez Haller, fut toujours doublé de l'homme d'action. Il se fit l'apôtre d'une cause patriotique et belle entre toutes : l'union étroite de la Science et de l'Industrie, la collaboration incessante du laboratoire et de l'usine. Il s'y adonna de toute la force de sa conviction, basée sur une parfaite connaissance de l'organisation allemande et de ses succès prodigieux, et aussi avec toute l'ardeur combative de son tempérament

Digitized by Google

d'Alsacien. Grâce à son autorité, à sa volonté opiniâtre, à l'éloquence persuasive qu'il déploya dans ses discours, ses conférences, ses rapports, ses démarches de toutes sortes, il réussit à obtenir des pouvoirs publics et des industriels les fonds nécessaires pour la création, à Nancy, d'abord, en 1889, d'un vaste Institut Chimique, où, parallèlement à celui de la Chimie pure, fut immédiatement donné un enseignement pratique de Chimie appliquée, et, plus tard, d'un Institut de Chimie-Physique et d'Électrochimie. L'un et l'autre devinrent rapidement prospères. C'était la première réalisation de la décentralisation scientifique, que souhaitaient les esprits clairvoyants. Aujourd'hui, des Instituts similaires forment des ingénieurs de divers ordres, chimistes, électriciens, métallurgistes, dans nos principales Universités.

Quelques années après qu'il eut été appelé à Paris, Haller vit s'offrir à lui une nouvelle et heureuse occasion de travailler encore au développement de l'industrie par la Science. On lui proposa et il accepta la direction de l'École municipale de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris, et l'on connaît l'essor décisif, justifiant pleinement les sacrifices consentis par la Ville-Lumière, qu'a pris cet Établissement modèle sous sa très éclairée et vigoureuse impulsion.

Dirons-nous ce que fut Haller pour la Société Chimique de France? Voyant en elle l'image même de la Chimie française, il la voulait toujours plus grande et plus forte, et peu de chimistes eurent à un égal degré le souci de sa vitalité et de son avenir. Il y a communiqué la plupart de ses travaux, lesquels, avec ceux de ses élèves, constituent, dans notre Bulletin, un ensemble imposant de documents précieux. Que ce fût comme Président, comme membre du Conseil, ou comme simple membre de la Société, sa sollicitude était toujours en éveil. Et il sut lui attirer des mécènes, dans quelques moments difficiles, comme, hélas! nous en connaissons toujours.

Dirons-nous, enfin, le rôle joué par Haller dans les Conseils du Gouvernement, et, plus particulièrement, à ce poste, effroyable de responsabilités, où il succéda à Berthelot, de Président de la Commission des substances explosives, pendant comme avant ou après la terrible tourmente? Ce domaine de son activité, où il s'est acquis des titres exceptionnels à la reconnaissance publique, ne saurait être ici même esquissée. Bornons-nous à marquer que Haller, Alsacien de cœur autant que de naissance, était par là même « deux fois Français ». La guerre, il l'avait prévue, et de loin, et il ressentait une véritable angoisse devant l'imprévoyance et la quiétude générales. La bataille venue, il s'y jeta avec toute sa fougue. S'il devait y être cruellement éprouvé, du moins il eut la consolation suprême : la joie de la victoire, de sa chère Alsace redevenue terre française.

L'homme qui vient de disparaître nous offre un exemple magnifique de ce que peuvent une énergie persévérante et un haut sentiment du devoir alliés à une intelligence d'élite et à un cœur généreux. Fils de modestes artisans, l'aîné de onze enfants, apprenti ébéniste à seize ans, ayant rencontré, encore adolescent, le « bon génie » qu'il méritait, devenu plus tard membre d'une famille illustre, ayant à son tour créé un grand nom, la carrière d'Albin Haller a été, par les chemins rudes et tortueux de la vérité scientifique au service du bien public, une ascension continue de plus d'un demi-siècle. « Pour la Patrie, par la Science », telle pourrait avoir été sa devise. Il meurt chargé d'honneurs, entouré du respect, de la gratitude, de l'affection, de l'admiration de ses concitoyens, et après avoir porté par ses travaux, dans les contrées les plus lointaines, le renom de la Science française.

Il n'est plus, mais son œuvre reste! Il n'est plus, mais son souvenir — que la douleur de ses proches, avec l'hommage ému de notre profonde sympathie, en reçoive ici l'assurance — son souvenir vivra!

Charles Moureu,
de l'Académie des Sciences,
Président de la Société Chimique de France.

Biologie

Exemples de réversibilité de l'évolution organique. — La loi de l'irréversibilité de l'évolution a une application très générale : un organe une fois disparu au cours des âges ne peut guère réapparaître à nouveau, et une structure une fois modifiée ne peut resurgir avec ses caractères primitifs. Il paraît y avoir cependant des exceptions. Dans les *Proceedings Zool. Society of London* (part I, 1924), Tate C. Regan cite à cet égard les Loricaridés, Poissons du groupe des Siluridés qui habitent les rivières de l'Amérique du Sud et dont le corps est protégé par une série de plaques osseuses. Quand on se demande quelle a été l'histoire de l'évolution de ces plaques, on constate que, chez les Sélaciens, le corps est recouvert de denticules dont la structure rappelle les dents, que les Poissons osseux primitifs présentent des écussons osseux rhomboïdes ou « écailles ganoïdes » à la surface desquelles peuvent persister des denticules, et que, chez les premiers Poissons à nageoire caudale homocerque, les écailles sont cycloïdes, c'est-à-dire minces, arrondies, sans denticules. De telles écailles cycloïdes se voient chez les Ostariophysés primitifs (Carassidés, Cyprinidés), mais les Ostariophysés plus spécialisés, à savoir les Siluridés, les ont perdues et sont nus, à moins d'avoir acquis secondairement une cuirasse formée par des écussons osseux. Les écussons des Loricaridés diffèrent histologiquement des écailles ganoïdes, mais présentent à leur surface des denticules coniques formées de dentine et d'émail. Voici donc un exemple de réapparition d'une structure disparue; cependant, dit R., les Loricaridés ayant leurs mâchoires garnies de dents, il n'est pas très surprenant que des formations analogues se soient développées sur les plaques recouvrant la peau. Il n'en reste pas moins que la peau de Poissons dont les ancêtres lointains avaient des écailles cycloïdes, et dont les ancêtres plus proches étaient nus, aient pu conserver, ou réacquérir, le pouvoir de former des denticules du type Sélacien sur toute la surface du corps.

Regan cite un autre exemple de l'évolution réversible. Dans les cours d'eau des Andes habitent certains Loricaridés de petite taille (*Arges* ou *Cyclopium*), qui ont perdu leur armure et sont nus, donc du type Siluroïde primitif. Mais alors que chez les Loricaridés à revêtement osseux la nageoire adipeuse est un lobe triangulaire de peau soutenu par une forte épine mobile, chez certaines formes de montagne, la nageoire présente la même structure, chez d'autres, elle est plus charnue et son épine est réduite, chez d'autres enfin l'épine a disparu et la nageoire est d'un Silure typique. Il s'agirait ici, d'après Regan, d'un organe qui, après avoir subi un changement au cours de l'évolution, est revenu au type primitif. A. Drz.

Statistique

Production et Consommation du café. — Voici quelques nombres réunis par M. Édouard Payen dans l'*Économiste français* (6 sept. 1924). Ces statistiques permettront aux sociologues de voir dans quel sens évoluent les goûts des nationaux de divers pays. On pourrait y

Digitized by Google

voir aussi l'influence des changes sur les achats à l'étranger pour certains pays comme l'Allemagne.

De 1913 à 1923, la France a accru sa consommation de 52,1 %. L'Allemagne l'a diminuée de 63,2 %. L'Italie l'a accrue de 56,3 %.

Le tableau suivant donne les consommations exprimées en sacs de 60 kilogrammes.

Sacs de 60 k. en	1923	1913	1923	1913	%
		kg. par tête			
France	2.869.000	1.920.000	4,41	2,90	+52,1
Allemagne	1.000.000	2.735.000	0,92	2,50	—63,2
Autriche	100.000	955.000	0,92	1,10	—16,4
Hollande	790.000	700.000	6,69	7,00	— 4,4
Belgique	683.000	625.000	5,43	4,95	+ 9,7
Suède	702.000	540.000	7,03	5,50	+27,8
Italie	801.000	480.000	1,25	0,80	+56,3
Gd.-Bretagne	273.000	220.000	0,35	0,30	+16,7
Norvège	288.000	230.000	6,52	5,10	+27,8
Danemark	389.000	270.000	7,14	5,60	+27,5
Suisse	214.000	190.000	3,31	3,15	+ 5,1
Espagne	300.000	240.000	0,82	0,75	+ 9,3
États-Unis	10.585.000	7.070.000	5,67	4,40	+28,9

La consommation par tête d'habitant est la plus élevée au Danemark 7 kgr. 14 ; la France avec 4 kgr. 41 vient au sixième rang parmi les pays figurant sur la statistique. Ce classement n'a d'ailleurs qu'une valeur très relative, les grands pays producteurs n'y figurant pas ; il est permis de penser que leur consommation peut être élevée.

La consommation mondiale totale, qui était aux environs de 17.000.000 de sacs vers 1910 à 1913, atteint 22.021.000 sacs en 1923-1924.

La France, qui ne consommait que 8 millions de kilogs en 1831, consommait 84 millions en 1902 et 111 millions en 1911.

Quant à la production, elle est pour les trois quarts l'apanage du Brésil : sur 20.283.000 sacs produits en 1920-21 les autres pays producteurs n'en ont fourni que 5.787.000. Ces autres producteurs sont : Colombie, Venezuela, San Salvador, Guatémala, Nicaragua, Costa Rica, Haïti et Saint-Domingue, Mexique, Indes Anglaises, Porto-Rico, Indes Néerlandaises, Jamaïque, Équateur, Honduras. Quelques Colonies françaises sont déjà productrices quoique leur importation dans la Métropole soit très faible : Somalis, Madagascar, Côte d'Ivoire, Afrique équatoriale, Réunion, Guinée, Guadeloupe, etc.

Le café est avant tout un produit américain, cultivé depuis le Mexique jusqu'au Brésil. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

Nouvelles applications des redresseurs à mercure. — On sait que, dans un tube où le vide est poussé entre un dixième et un centième de millimètre de mercure, un arc éclate facilement entre deux électrodes : il suffit de créer un point incandescent sur la cathode à l'aide d'une source auxiliaire.

L'aspect général du phénomène est le suivant : du rouge sombre de l'anode part un arc lumineux qui n'atteint pas la cathode ; de celle-ci émane une flamme dite « négative ». Les vapeurs du mercure volatilisé se condensent et retournent à la cathode.

Si l'on soumet ensuite les électrodes à une tension alternative, il se trouve que le courant ne passe que dans le sens du courant continu préliminaire, cela à chaque demi-période du courant alternatif.

En groupant, 2, 3 ou 6 anodes autour d'une cathode, l'arc éclatant successivement sur chacune des anodes au moment où elles atteignent la plus haute tension, on obtient un débit ondulé qui se rapproche d'autant plus du courant continu que le nombre des anodes est plus grand.

Pour les grands débits, on utilise six anodes qu'on alimente en courant hexaphasé à l'aide d'un simple transformateur ordinaire dont le secondaire est monté en étoile et dont le point neutre forme le pôle négatif du circuit continu dont la cathode forme le positif.

***

La seule difficulté réelle, c'est de conserver dans des récipients d'un mètre cube environ, un vide de l'ordre du centième de millimètre : on y parvient en constituant les joints des pièces par un espace annulaire rempli de mercure.

Dans sa communication de juin 1924 à la *Société française des Électriciens*, M. Giroz signale, en outre, un certain nombre de perfectionnements et d'applications.

Il ne faut pas croire que le cylindre soit prêt à fonctionner dès que le vide a été poussé aussi loin que possible : la pression remonte en effet très vite dès qu'on débite du courant et il est nécessaire de pomper continuellement pendant le service. Il est facile de commander cette pompe automatiquement à l'aide d'un indicateur électrique de vide.

Le groupement en parallèle de plusieurs groupes redresseurs seuls ou avec des commutatrices ou des génératrices, n'offre aucune difficulté spéciale.

Mais il existe des surtensions assez mystérieuses dans les enroulements alternatifs à basse tension ; elles provoquent le percement des câbles ou des arcs entre des portions isolées du redresseur et les réfrigérants d'anodes : il convient d'isoler toutes les parties du circuit comprises entre les bornes du secondaire du tranformateur et les anodes.

Lorsqu'un redresseur hexaphasé est alimenté par un réseau à la fréquence 50 par seconde, les harmoniques 6 et 12 à la fréquence 300 et 600 par seconde sont audibles et peuvent influencer les lignes téléphoniques qui ne sont pas bien isolées. On peut alors supprimer cet inconvénient en ajoutant des capacités et des selfs qui forment un filtre efficace.

***

Parmi les applications les plus intéressantes, on peut citer :

La Brasserie de Monaco où l'on transforme un courant triphasé, 9.500 volts, 25 ampères, en courant continu à 550 volts ; la puissance pouvant atteindre 160 *k*W.

La Chambre de Commerce de Boulogne transforme 550 *k*W de triphasé 15.000 volts en courant continu à 575 volts.

Deux redresseurs analogues sont en service sur le Métropolitain de Paris.

Un autre exemple d'application à la traction est la sous-station de la Croix-Rousse à Lyon, où deux groupes de 450 *k*W chacun transforment l'énergie triphasée 10.000 volts, 25 ampères, en énergie continue 510 volts.

Digitized by Google

Cette sous-station peut être commandée à distance : l'allumage, l'extinction et la réfrigération sont complètement automatiques. Les interrupteurs côté primaire et côté continu, la pompe à vide, ainsi que tous les contacts de feeders de départs sont commandés à distance d'un poste de contrôle.

***

La réalisation de redresseurs de 1.000 *kW* va permettre sans doute de modifier complètement la traction sur voies ferrées.

Maurice Leblanc avait proposé de supprimer tout contact entre le train et le rail ou le câble électrique d'alimentation. Il est évidemment possible, en disposant le long du train, au-dessus des voitures par exemple, un conducteur qui se trouve ainsi toujours parallèle (et à la même distance) au câble d'alimentation, de faire passer de celui-ci à celui-là, une quantité notable d'énergie, si l'on emploie, non des courants industriels ordinaires mais des courants à haute fréquence.

Le courant ainsi recueilli par simple induction, sur le conducteur électrique du train, serait envoyé dans des redresseurs qui fourniraient le courant continu aux moteurs de traction. Edmond Marcotte.

Industrie

Le Papier de Parasolier. — Le Parasolier (*Musanga smithii*, R. Br.) est un arbre des régions tropicales qui a donné lieu en ces dernières années à de nombreuses études en vue de son utilisation pour la fabrication du papier.

Un très important essai industriel a été fait par les papeteries Navarre. M. Thiriet, directeur du Laboratoire de ces Établissements, a présenté au Congrès technique de Papeterie de Grenoble un très intéressant rapport sur les observations qu'il a faites à propos de ces essais (*Agronomie Coloniale*, mai 1924).

Le bois utilisé qui a fourni les meilleurs résultats était fourni par la Sté. Nationale du Cameroun, en billes de 15 à 20 centimètres de diamètre. Ce bois présente la particularité d'avoir une moelle et des rayons médullaires très résistants aux actions chimiques, cause de difficulté pour l'extraction de la cellulose.

Ce bois a été soumis aux Usines Navarre à divers traitements qui ont donné les résultats suivants :

1° Traitement alcalin.

Avec 25 % de soude on obtient un rendement pâte en écrue de 50 % et en pâte blanchie de 45 %.

Avec 30 % de soude les rendements sont respectivement 45 et 40. Avec 30 % de soude, une température plus élevée, le rendement en écru tombe à 41 %. La cellulose obtenue est d'ailleurs moins résistante que dans les autres essais.

Voici d'ailleurs de tableau résumant les essais à la soude :

Bois penagé échantillon n° 661...	I	II	III
Soude %	25	30	30
Eau	500	500	500
Température	155	155	164
Durée heures :	4	4	1,30
Rendement en écru	50	45	41
Blanchiment	30	30	35
Teinte après blanchiment	jaune	blanc jaunâtre	blanc
Rendement après blanchiment	45	40	34

2° Traitement au sulfure :

En remplaçant un cinquième de la soude par du sulfure, on obtient des résultats sensiblement identiques.

3° Traitement au bisulfite de chaux :

Ce traitement donne une cellulose beaucoup plus solide que le traitement alcalin. Le rendement en écru est de 50 à 55 %. Le blanchiment plus facile que celui des pâtes à la soude : avec 20 à 25 % de chlorure de chaux on obtient 45 à 50 % de cellulose bien blanchie.

4° Traitement mécanique.

L'essai a porté sur près de 4.000 kilos de bois ; le rendement par journée de travail, avec les mêmes presses, est plus faible que celui donné par le tremble. Une adaptation des machines permettrait un travail plus rapide. Le papier obtenu serait de bonne qualité sans la présence des rayons médullaires qui forment une multitude de petites taches brunes ; du point de vue de la résistance et de la douceur la pâte de parasolier après raffinage est intermédiaire entre celle du sapin et celle du tremble.

La conclusion de M. Thiriet est que le parasolier est utilisable en papeterie. Il donne au traitement à la soude un papier comparable comme valeur et qualité à celui de la paille, avec un rendement pratique voisin de 35 à 40 %.

Le bisulfite donne une cellulose plus solide et plus blanche avec un rendement voisin de 50 %.

La pâte mécanique, médiocre.

Enfin de l'écorce on peut tirer 25 à 30 % de fibres de très grande valeur.

Il reste à obtenir ce bois à un prix qui rende son utilisation possible dans la métropole ou à faire l'extraction de la cellulose sur place lorsque cela sera possible.

L. R.

Variétés

La Science et l'Industrie en Amérique. — Voici, d'après un article paru dans « l'*Industrie Électrique* » (10 nov. 1924), quelques indications sur les relations des industriels et des savants en Amérique (1).

Lorsque les industriels ont vu des savants (de Forest, Coolidge, Langmuir, Alexanderson, Thomas, etc.), partant de travaux de science pure, arriver à créer de véritables industries, ils ont été convaincus de l'intérêt que présentent les laboratoires scientifiques : d'où les dotations de Carnegie, de Rockefeller, de Westinghouse, d'Elihu Thomson, Spraque et de quelques grandes sociétés industrielles.

Il en résulte que les milieux scientifiques américains s'engagent de plus en plus vers les réalisations industrielles.

Cela n'est, évidemment, qu'un côté de la Science, mais on doit avouer que cette collaboration à l'Industrie a eu d'heureux résultats.

Si nous examinons la métallurgie, nous voyons le four à induction à haute fréquence sur le point de passer, du laboratoire à l'usine, pour le traitement des alliages du cuivre.

Les alliages d'aluminium sont très en faveur dans les constructions aéronautiques et automobiles. Les grosses pièces de forge sont à 10 d'aluminium pour 90 de cuivre. La teneur en aluminium est plus faible dans les pièces coulées, qui contiennent, en outre, 3 % de fer et qui présentent une remarquable tenue aux hautes températures.

Les alliages au magnésium sont à l'étude ; on a constaté que la grande sensibilité de ce métal à la corrosion tend

(1) Voir aussi Dr Walter Rosenhain. *Engineering* (1923, 12 articles) ; Puech ; *Revue de Métallurgie*, août 1924.

Digitized by Google

à disparaître lorsque les sels dont on le tire par électrolyse sont complètement exempts de chlore.

Le contrôle des traitements thermiques des alliages ferreux est très précis. L'arrivée du combustible dans les fours est réglée par un potentiomètre enregisteur de température Leeds and Northrup, qui commande à distance des signaux lumineux. Un transporteur spécial entraîne les pièces d'un bout à l'autre des fours à tremper et les dépose dans le bain de trempe : on obtient une dureté uniforme. C'est ainsi que sont équipés les ateliers Ford.

L'Ingersoll C° trempe les ressorts de montre en partant d'une bande d'acier au carbone, déroulée d'un mouvement continu et qui traverse ainsi successivement : un four, le bain de trempe, un four de revenu, un second bain et des appareils de polissage.

L'usine de la C^ie du Nickel à Huntington est équipée électriquement, quatre hommes suffisent pour le service du laminage de lingots de nickel de 2 tonnes ; la même usine fabrique par réduction directe d'un minerai composé, l'alliage *Monel* qui paraît avoir une grande valeur.

Un laboratoire d'une Société d'électricité fabrique le fil de tungstène par le procédé Coolidge. Ce fil se plie et s'enroule, mais s'il est chauffé à très haute température, il devient fragile et ne peut, ni se plier, ni s'enrouler lorsqu'il est refroidi. On ne peut, non plus, mouler le tungstène, car aucune matière n'est capable de contenir le tungstène fondu.

Le laboratoire de Dayton de la « General Motors C° » poursuit des recherches utiles à l'industrie automobile.

On y a découvert des substances qui empêchent l'allumage prématuré, du mélange tonnant introduit dans les moteurs, substances analogues aux *antidétonants* étudiés par M. Dumanois, dont M. Rateau a présenté les communications à l'Académie des Sciences ; à Dayton, on emploie avec succès l'iode et certains composés du tellure, mais non sans fumées toxiques. D'autre part, un alliage de cuivre et d'étain spongieux peut absorber une grande quantité de lubrifiant et peut se comporter comme un godet graisseur, mais sa faible résistance mécanique ne lui permet de résister, ni aux charges, ni aux chocs importants.

Les laboratoires des industries électriques sont particulièrement actifs. Celui de la G. E. C°, dirigé par Langmuir, Hull, Coolidge, Steinmetz, Dushman, est arrivé à réaliser pour la T. S. F. des valves de 1.000 kw où le filament est une baguette de tungstène de 5 à 6 mm. d'épaisseur.

Le D^r Arnold a obtenu un alliage à 78,5 de nickel pour 21,5 de fer d'une grande perméabilité magnétique pour des champs très faibles, mais cet alliage, le *permalloy*, perd cette propriété après déformation et ne la retrouve qu'après recuit.

On cherche aussi à obtenir, à l'état pur, les métaux de la famille du platine. On est arrivé à former des joints d'une étanchéité parfaite entre verre et cuivre : un tube de cuivre et un tube de verre se soudent bien l'un sur l'autre, si le tube de cuivre est mince et bien ajusté à l'avance sur le tube de verre.

De grands progrès sont effectués pour la fabrication mécanique du verre : étirage, en feuilles à l'usine Ford, en cylindres à l'American Window glass C°. On emploie aussi le procédé Libby-Owens pour les vitres, la machine Westlake pour les ampoules électriques ; la machine Owens pour les bouteilles.

Ce sont là des résultats de recherches empiriques mais de nombreux centres scientifiques s'occupent du verre et de la céramique. Le professeur Washburn mesure la viscosité de verres entre 1.400° C et le point de solidification. Le verre Pyrex, qui se laisse d'ailleurs attaquer légèrement par certains dissolvants, particulièrement par les alcalis, est d'un emploi courant dans les laboratoires de chimie.

Le carborundum et l'alundum sont employés comme produits réfractaires.

On ne peut dire que l'Amérique se signale par beaucoup de recherches fondamentales, mais on doit reconnaître la valeur de tous les perfectionnements qui sortent de ses laboratoires scientifiques, bien que les étudiants des universités s'intéressent peu aux recherches et ne voient dans la science, qu'un moyen d'améliorer la vie et de perfectionner l'industrie.

Cependant, le professeur Nuller reprend les expériences de Michelson pour vérifier l'influence de la vitesse de la terre sur la vitesse apparente de la lumière. Ce savant a, en outre, inventé un appareil qui analyse et mesure les sons et les bruits.

Nous ne dirons rien des établissements spéciaux de la Marine, de l'Aviation et de la Géologie, dont les recherches sont spécialisées. L'Institut Mellon est d'un intérêt plus général : toute société industrielle peut y faire effectuer les études qu'elle veut entreprendre.

On connait l'importance du « National Bureau Of Standards » magnifiquement organisé pour les analyses, essais et études diverses. Une machine de 4.530 tonnes, destinée aux essais de compression des poudres, y détient évidemment le record mondial de puissance.

Le *Conseil des recherches de Washington*, adjoint en 1916 à l'Académie créée par la charte de 1863, est un organe de coordination ; il a entrepris, notamment, à la demande de l'Usine Chimique Internationale, la rédaction de nouvelles tables contenant, sous forme de tableaux succincts, les données numériques de la Science et de la Technologie.

L'Amérique, devenue pays industriel, ayant d'abord imité les procédés européens, a poursuivi ensuite, non sans audace, des expériences directes s'appuyant fort peu sur des données scientifiques ; s'étant aperçue alors du temps et des efforts ainsi gaspillés, elle organisa les premiers laboratoires que les problèmes de guerre ont multipliés et qui ont survécu. Bien que leurs recherches soient dirigées surtout vers les applications immédiates, l'esprit scientifique se développe lentement et, avec lui, les recherches désintéressées qui n'ont d'autre but que l'avancement de la science. Réjouissons-nous de voir un pays aussi puissant se soucier de plus en plus des intérêts de l'humanité.

Ed. M.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Voici le libellé de la dépêche que, dans la séance du 4 mai, l'Académie a décidé de rédiger à l'occasion de l'inauguration de l'Institut français de Varsovie :

« L'Académie des Sciences de Paris envoie à l'Académie et aux Universités polonaises, avec ses chaleureux remerciements, l'expression de sa sympathie et de son admiration pour la Pologne, à l'occasion de l'inauguration de l'Institut

Digitized by Google

français de Varsovie, dont la création resserre encore les liens traditionnels d'amitié entre les deux pays alliés.

« *Le président de l'Académie des Sciences,*
« Louis BOUVIER.

« *Les secrétaires perpétuels,*
« Emile PICARD, Alfred LACROIX' »

Académie de médecine. — Dans la séance du 12 mai, le professeur Louis Lapicque, successeur de Dastre à la Faculté des Sciences, a été élu dans la section des sciences au premier tour par 45 voix contre 23 au professeur de chimie, M. Tiffeneau, de la Faculté des Sciences. M. Lapicque est né à Épinal, le 1er août 1866. Docteur ès-sciences naturelles, en 1897, il est devenu maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris, en 1898 ; il succéda ensuite à Gréhant, au Muséum. Enfin, il revint à la Sorbonne occuper la chaire, déjà illustrée par Claude Bernard, Paul Bert et Dastre. De nombreux chercheurs donnent une grande activité au laboratoire modèle de physiologie qui est rattaché à cette chaire.

Institut international de la coopération intellectuelle. — La Commission s'est réunie le 11 mai à Paris, sous la présidence de M. Bergson. Elle était composée de Mlle Bonnevie (Norvégienne), Mme Curie (France) ; MM. Garcia Calderon — remplaçant M. Lugones — (Argentine), Casares — remplaçant M. de Torres Quevedo — (Espagne), Carrington Lane Ster — remplaçant M. Millikan — (États-Unis), Destrée (Belgique), Lorentz (Hollande), Luchaire — remplaçant M. de Castro (Brésil), Mangin — remplaçant sir J.-C. Bose (Indes), de Reymond (Suisse), Ruffini (Italie), Toynbee — remplaçant M. Gilbert Murray (Grande-Bretagne) ; MM. Maurette et Johnstone, représentants du Bureau international du travail ; M. Henri Verne, représentant de la Confédération internationale des travailleurs intellectuels.

Conférences-Rapports de Physique. — Les premières conférences-rapports ont été publiées par les Presses universitaires. Une nouvelle série vient d'être organisée : M. René Mesny, professeur d'Hydrographie de la Marine, fera les mardis 19 et 26 mai, à 20 h. 45, à l'Amphithéâtre de physique de la Faculté des Sciences, deux conférences publiques sur les Ondes électriques courtes.

Poids atomiques des éléments chimiques. — Le Bulletin de la Société chimique d'avril a publié la Table établie pour 1925 par la Commission internationale composée de MM. Aston, Baxter, Brauner, Debierne, Leduc, Richards, Soddy, Urbain.

Cette table compte 86 éléments avec leurs numéros atomiques. La bibliographie des travaux récents est donnée sur la révision des poids de 24 éléments. Cette révision a amené des modifications pour 23 éléments, modifications de l'ordre de quelques décimales.

Hommage au « Père de l'Aviation ». — Clément Ader est mort à Toulouse, à l'âge de 84 ans. Au mois d'octobre dernier, le gouverneur lui avait conféré la cravate de commandeur de la Légion d'honneur ; des obsèques nationales ont eu lieu à Muret. On sait qu'en 1886, il avait construit la première machine à voler « l'Éole », et qu'en 1897, sur « Avion », il avait pu, le 14 octobre, parcourir dans l'air une distance de 300 mètres. Ses études ont inspiré et précédé celles de Chanute, Langley et Wright. L' « Avion » de Ader est conservé au Musée du Conservatoire des Arts et Métiers. Dans une conférence, M. Painlevé affirmait que si l'on fixait à cet « Avion » un moteur moderne, on serait surpris des remarquables qualités du premier appareil volant. Au titre de président du Conseil des Ministres, il a tenu qu'on rendît, à ce génial précurseur français, l'hommage suprême de funérailles nationales.

Le concours Patxot pour les sciences physiques et mathématiques. — M. Rafaël Patxot i Jubert a institué, depuis 1922, des concours annuels destinés à favoriser le développement des sciences physiques et mathématiques en Catalogne.

Un prix de 5.000 pesetas sera décerné le 8 mai 1927 au meilleur travail, écrit en catalan sur la Physique de l'atmosphère en Catalogne. Les mémoires doivent être déposés avant le 31 décembre 1926 à la Bibliothèque de Catalogne. Un prix de 10.000 pesetas sera attribué le 8 mai 1929 à la meilleure étude, rédigée dans n'importe quelle langue latine et même en langue anglaise, sur le développement des sciences physiques ou mathématiques en Catalogne pendant le Moyen-Age ; les manuscrits devront être déposés avant le 31 décembre 1928 à la même Bibliothèque, à Barcelone, où pourront être demandés tous les renseignements complémentaires désirables.

Commission des carburants synthétiques de remplacement. — Cette commission s'est intéressée aux procédés Makhonine, et le laboratoire de l'Aéro-Club français a été mis à la disposition de l'Office national des combustibles liquides pour toutes les études relatives à ce sujet.

La journée de l'Ingénieur à Grenoble. — Au cours de l'Exposition Internationale de la Houille Blanche qui s'est ouverte à Grenoble, une « Journée de l'Ingénieur » se tiendra le dimanche 12 juillet. Elle comportera des séances de travail où seront traitées des questions techniques dans leurs rapports avec l'Économie Nationale. Elle sera clôturée par une grande réunion solennelle et une Conférence de M. Paul Boucherot, président du Syndicat des Ingénieurs Electriciens sur « le rôle social de l'Ingénieur ». Pour tous renseignements concernant cette importante manifestation, prière de s'adresser à M. Albert Ranc, vice-président de l'Union des Syndicats d'Ingénieurs, 13, avenue de la Grande-Armée, Paris, 16e, ou à M. Barbillon, directeur de l'Institut Polytechnique, 1, rue du Général-Marchand, Grenoble.

Contrôle des semences. — M. de Vilmorin vient de publier (*J. off.*, 30 avril), le catalogue raisonné (six pages) des principales variétés des blés cultivés en France et dans l'Afrique du Nord ; ces variétés sont réparties dans 50 sections comprenant plus de 430 types. La collection de Verrières compte 2.000 variétés. Cette publication de la commission de contrôle permettra de reconnaître rapidement les variétés agricoles.

Le Congrès médical franco-polonais à Paris. — Le deuxième Congrès médical franco-polonais, organisé sous le haut patronage de M. Doumergue, président de la République, et auquel ont pris part 230 médecins, venus de Pologne, a tenu ses assises à Paris, du 20 au 25 avril.

Ce Congrès faisait suite à celui qui avait eu lieu à Varsovie en 1921.

Les médecins polonais ont présenté de nombreuses communications touchant des différents problèmes de la physiologie, de la thérapeutique et de l'hygiène sociale. Ils ont visité des institutions scientifiques telles que l'Institut Pasteur, l'Institut du Radium et ont fait quelques voyages d'études à Vichy, à Lyon, à Marseille, à la Côte d'Azur et à Nancy.

Il n'est pas besoin de souligner l'importance de cette réunion médicale franco-polonaise, non seulement au point de vue professionnel, mais aussi à celui du rapprochement intellectuel entre la France et la Pologne. Comme l'a très judicieusement remarqué M. de Chlapowski, ambassadeur de Pologne, la France et la Pologne doivent, pour collaborer étroitement, se connaître davantage.

Des réceptions solennelles des hôtes polonais ont eu lieu au Collège de France et à l'Hôtel de Ville ; deux grands banquets ont été organisés en leur honneur auxquels ont pris part plus de quatre cents médecins français et polo-

Digitized by Google

nais ainsi que des personnalités marquantes du monde politique et scientifique. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — Le Comité d'éducation physique, récemment créé, envisage la création d'Instituts régionaux rattachés aux Facultés de médecine, avec un Conseil d'administration composé de professeurs des diverses Facultés. Ce Conseil patronnerait les diverses Sociétés sportives estudiantines ; celles-ci sont aujourd'hui très nombreuses, surtout depuis l'organisation de la préparation militaire universitaire.

Université de Paris. — *Cité Universitaire.* — Les étudiants en cours d'étude, désirant être logés dans la belle cité de la fondation Deutsch de la Meurthe, devront adresser leur demande au directeur, 21, boulevard Jourdan, à Paris (14e), avant le 1er juin. Les chambres sont louées 150 francs par mois (chauffage, éclairage et service compris). Les locations ne seront consenties que pour les étudiants peu fortunés.

Les étudiants qui commenceront leurs études en novembre devront adresser leurs demandes du 25 août au 10 septembre.

Faculté des Sciences. — M. le professeur E.-M. Chamot, de l'Université Cornell (Ithaca U.-S.), a fait une série de conférences sur le Microscope, à 10 h. 1/2 ; 13 mai : Microscope américain ; 15 mai : Microscopie appliquée aux États-Unis ; le 20 mai : l'Analyse chimique au microscope ; le 22 mai : Microscopie des capsules fulminantes.

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences physiques ; le 7 mai : M. Lafuma, « Recherches sur les aluminates de calcium et sur leurs combinaisons avec le chlorure et le sulfate de calcium ».

Le 11 mai, M. Perrakis, « Les propriétés des mélanges doubles liquides dans le voisinage de l'état critique de miscibilité ».

Le 12 mai : Mlle Marchal, « Contribution à l'étude de la dissociation des sulfates métalliques et de quelques réactions du sulfate de chaux ».

Pour le doctorat ès-sciences naturelles :

Le 7 mai : M. Bertin, « Recherches biométriques et systématiques sur les épinoches (gastérostéides) ».

Le 9 mai : M. Chevey « Recherches sur les poissons de la famille des persidés ».

Pour le doctorat d'Université :

Le 11 mai : M. Mariolopoulos, « Étude sur le climat de la Grèce. Précipitation, stabilité du climat depuis les temps préhistoriques. »

Faculté de Médecine. — Deux chaires reçoivent de nouvelles dénominations ; celle d'hygiène devient « Hygiène et médecine préventive » ; celle d'anatomie médicochirurgicale, « Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale » (12 mai).

Muséum national d'histoire naturelle. — Le 6 mai, M. le professeur L.-J. Simon a commencé ses leçons qui ont lieu les mercredis et vendredis, à 17 heures : « Sur les principaux acides organiques qui se rencontrent dans l'organisme animal ou végétal ».

— Le cours de zoologie de M. le professeur Trouessart a commencé le 15 mai. Lundis et vendredis, à 16 h. 1/4 : « Oiseaux : Aptitude au vol. Nid. Utilité ou Nocivité. Industrie et commerce des plumes ». Conférences dans la ménagerie et les galeries.

— La prochaine excursion géologique de M. le professeur Paul Lemoine aura lieu à Boulogne-sur-Mer, le 31 mai et le 1er juin. On s'inscrit au laboratoire.

École polytechnique. — Les candidats ne seront admis à concourir que s'ils sont porteurs d'une pièce d'identité avec leur photographie (*J. Off.*, 10 mai 1925).

École centrale des Arts et Manufactures. — Grâce aux efforts de son actif directeur, M. Léon Guillet, les élèves vont avoir un réfectoire construit en sous-sol. Dans l'École et très prochainement, au pavillon des Centraux, dans la Cité universitaire du parc de Montsouris, des chambres seront réservées aux élèves.

Université de Lille. — Le Recteur de l'Université a remis à la reine des Belges, Élisabeth, le diplôme de Docteur « honoris causâ ».

Université de Strasbourg. — L'École normale supérieure du pétrole et des combustibles liquides est rattachée à la Faculté des Sciences, conformément à la convention intervenue entre le Ministre du commerce et le Recteur de l'Université. Nous donnerons bientôt les conditions d'admission à cette École que vient de créer le Ministre du Commerce, et qui complète l'Institut des recherches déjà organisé à la Faculté.

Les Instituts annexes de l'Université de Strasbourg sont ceux de mathématiques (M. Fréchet), de Physique (M. Weiss), de Physique du Globe (M. Rothé), de Chimie (M. P. Muller), de Zoologie (M. Topsent), de Botanique (M. Houard), des Sciences géologiques (M. G. Friedel), d'Enseignement commercial (M. V.-H. Friedel). Tous les enseignements de ces Instituts sont sanctionnés par des diplômes.

Université de Toulouse. — Un décret approuve la délibération du Conseil de l'Université relatif à la transformation de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de la Faculté des Sciences en un Institut d'Université (*Journal Officiel*, 1er mai).

École de Meunerie. — Il a été créé, cette année, avec le concours du gouvernement, une École de Meunerie par l'Association de la meunerie française. Cette École a son siège, 2, rue Clotilde, Paris, 5e, dans les locaux de la Société d'hygiène alimentaire. Le nombre des élèves s'élève à une vingtaine. Parmi les professeurs, citons : MM. Scribaux (Céréales), Lemire (Meunerie), Arpin (Chimie technologique), Javillier (Chimie biologique), Kayser (Microbiologie), Vayssière (Entomologie), Machefer (Législation), Goldschmidt (Commerce), Chapron et Bochet (Mécanique et électricité), etc...

L'enseignement est sanctionné par un Diplôme d'ingénieur meunier. Les inscriptions sont reçues jusqu'à nouvel ordre.

École Nationale d'Agriculture de Montpellier. — Les personnes justifiant de connaissances approfondies dans l'élevage des vers à soie pourront obtenir un brevet spécial de sériciculture ; l'examen aura lieu le 1er juin à l'École d'agriculture de Montpellier. Le programme est inséré dans le *Journal Officiel* du 30 avril.

Université de Glascow. — M. Painlevé, de l'Académie des Sciences, recevra, le 24 juin, le titre de docteur *honoris causâ*.

Universités roumaines. — On compte, en Roumanie, quatre Universités : Bucarest (3.230 étudiants), Cernauti (451), Cluj (2.106), Jassy (1.500). R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 20 avril 1925

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Surfaces de translation de Sophus Lie.**

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Le Prieur* (prés. par M. Laubeuf). — **Avec la mission De Goys, de Paris à Gao.**

Le navigraphe, instrument inventé par M. Le Prieur et destiné à corriger, sur les avions, la dérive due au vent, a

Digitized by Google

permis de parcourir les diverses étapes de Paris-Gao, sur un parcours d'environ 4.000 kilomètres, avec une précision remarquable. Bien que les vents rencontrés sur la route aient été très variables en direction et en intensité, les points d'atterrissage prévus à l'avance ont pu être atteints à quelques kilomètres près.

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Lafay* (prés. par M. Hamy). — **Sur un moyen de modifier le sillage.**

L'étude des modifications que la rotation fait éprouver au sillage d'un cylindre a été déjà faite par l'auteur. On obtient des résultats analogues en laissant le cylindre fixe, en traçant sur sa surface des rainures assez profondes et en faisant jaillir un courant d'air intense. On a tenté de produire un vent électrique au moyen d'électrodes appropriées. Il ne semble pas que l'état d'électrisation d'une hélice ou d'une aile puisse exercer une influence sur la force portante.

HISTOIRE DE LA PHYSIQUE. — *B. Hostinsky* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la théorie du magnétisme en mouvement par Poisson.**

Il semble qu'on n'ait pas suffisamment mis en relief l'œuvre de Poisson; les équations fondamentales qu'il a établies présentent une analogie frappante avec celles qui ont été employées plus tard, dans la théorie de l'hystérésis élastique et électromagnétique, par Boltzmann, Volterra et autres.

SPECTROSCOPIE. — *F. Baldet* (prés. par M. H. Deslandres). — **Influence de la pression sur les spectres de bandes du carbone dans l'ampoule thermo-électronique. Conséquences pour la théorie des comètes.**

A très basse pression, le spectre gazeux émis par l'oxyde de carbone, soumis au rayonnement d'une cathode incandescente, est constitué principalement des deux groupes négatifs de bandes qui figurent dans le spectre de la queue des comètes. On peut en conclure que ce sont les chocs d'électrons issus du Soleil qui illuminent les gaz oxycarbonés et ultraréfiés.

— *Arvid Leide* (prés. par M. A. Cotton). — **Recherches sur la série K des rayons X.**

Cette note contient des résultats qui complètent ceux publiés par M. Siegbahn dans son livre : *Die Spektroscopie der Röntgenstrahlen.* R. DONGIER.

RADIOCHIMIE. — *A. Maubert, L. Jaloustre et P. Lemay* (prés. par M. G. Bertrand). — **Influence du radium sur la catalase du foie.**

Comme dans le cas du bromure de thorium X, les auteurs ont opéré avec le mélange de catalase et d'eau oxygénée; les doses de bromure de radium comprises en 1 et 10 γ par 200 cc. provoquent une activation, alors que pour des doses plus fortes, il y a paralysie de la diastase.

Ce sont les rayons α qui agissent comme activant, tandis que les rayons β et γ tendent à affaiblir l'activation.

THERMOCHIMIE. — *M^lle G. Cauquil* (prés. par M. Haller). — **Étude thermochimique des dérivés sodés du cyclohexanol.**

La chaleur de formation du cyclohexanolate de sodium, ainsi sa chaleur de fusion et de dissociation, semblent rapprocher le cyclohexanol des alcools primaires tels que l'alcool éthylique, avec + 31 cal. 99 par l'action de Na sur le cyclohexanol. La règle de De Forcrand donne 29 cal. 97 comme si la fermeture de la chaîne se traduisait par une augmentation de 2 cal. qui serait due à une augmentation d'acidité de l'hydrogène hydroxylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Frèrejacque* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur la structure des phénylhydrazines du glucose.**

On a deux isomères α et β dont les formules ont été données par MM. L.-J. Simon et Bénard et qui ont été étudiés par M. Behrend. L'auteur a établi que l'isomère α correspond bien au glucose α et que l'isomère β se transforme en hydrazine α; ce dernier ne correspond donc pas au glucose β.

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *Henry Derville* (transm. par M. Barrois). — **Les faciès du calcaire carbonifère dans le Boulonnais.**

Le calcaire carbonifère du Boulonnais est l'objet d'une exploitation intense et fournit des marbres dont les divers types correspondent à des faciès lithologiques variés : *Lunel uni, Napoléon Grand-Mélange, Napoléon tigré, marbre Caroline.* Ces faciès sont entièrement ou essentiellement composés de carbonate de calcium. Dans deux cas, le carbonate initial a fait place soit à de la dolomite (carrière de la Vallée Heureuse), soit à de la silice (carrière Hénaux de la Vallée Heureuse et fosse d'Elinghen).

— *E.-F. Gautier* et *J. Savornin* (prés. par M. Ch. Depéret). — **Les couches rouges d'Ouaouizert (Maroc central).**

On peut évaluer à un millier de mètres l'épaisseur des couches d'Ouaouizert. Les auteurs proposent d'attribuer à l'Albien les grès inférieurs; au Cénomanien les grès tendres et les gypses; au Turonien, le calcaire blanc fossilifère; au Santonien, les couches gypseuses supérieures; au Campanien, le calcaire terminal.

En Algérie et dans le nord du Sahara algérien, les grès rouges de l'Albien, les assises gypseuses du Cénomanien, ont été interprétés comme des indices d'un climat crétacé aride. Il faut sans doute étendre cette conception au Maroc.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Pierre Le Conte* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le régime des eaux de la Manche et la transformation en chaleur d'une fraction de l'énergie des courants de marée.**

Des anomalies de température constatées sous le cap Lizard ont permis de conclure à la superposition aux courants de marée d'un entraînement d'eau vers l'Est. Ce phénomène est localisé aux abords de la pointe de Cornouailles et n'existe pas dans toute l'entrée de la Manche; ce sont d'ailleurs des eaux froides qui viennent ainsi en été se heurter aux eaux réchauffées de la Manche sous le cap Lizard. En effet, une vaste nappe d'eau, d'Ouessant aux Sorlingues, conserve sensiblement sa température hivernale (11°) entre la transgression chaude atlantique et les eaux à 15° de la Manche.

Pour expliquer le réchauffement estival très marqué des eaux de la Manche, l'auteur a pensé à invoquer la transformation en chaleur d'une fraction de l'énergie des courants de marée, très violents dans cette mer.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Charaux* (prés. par M. L. Guignard). — **Les produits de l'hydrolyse fermentaire du rhamnicoside : primevérose et rhamnicogénol.**

Le rhamnicoside, glucoside générateur du vert de Chine, extrait par les auteurs de l'écorce de Nerprun purgatif, donne, par hydrolyse fermentaire, du primevérose et du rhamnicogénol, ce dernier étant un dérivé du méthylanthranol.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *René Jeannel* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **L'aptérisme chez les Insectes insulaires.**

L'étude des *Trechinæ* ne montre qu'un seul exemple pouvant être interprété comme un cas d'aptérisme produit par l'isolement dans les îles, c'est celui du *Trechus quadristriatus* aptère de l'île d'Elbe. D'autres exemples, comme celui des espèces des îles Atlantides ou encore celui du *T. tyrrhenicus* cordo-sarde, prouvent au contraire, avec évidence, que le seul fait d'habiter une île n'a aucune action sur la régression des ailes. Les espèces insulaires se montrent ailées ou aptères selon que leurs proches parents continentaux sont ailés ou aptères.

— *Edouard Chatton* et *M^me Chatton* (prés. par M. F. Mesnil). — **L'action des facteurs externes sur les Infusoires. Le**

Digitized by Google

déterminisme de la formation des chaînes (dystomie) chez les Colpidium.

Les expériences relatées dans cette Note font connaître : 1° une action bactérienne insoupçonnée jusqu'ici, perturbatrice de l'équilibre et inhibitrice de la division cytoplasmique ; 2° une race nouvelle de Colibacilles que les critères usuels ne permettent pas de différencier, et qui est caractérisée par cette action ; 3° la sensibilité spécifique des Ciliés du genre *Colpidium* à cette action, qui permet ainsi de compléter la définition morphologique de ce genre par une définition physiologique. Elles ajoutent une nouvelle preuve à celles que les auteurs ont déjà fournies de l'importance des facteurs externes dans la vie des Infusoires et un exemple d'erreur résultant de leur méconnaissance.

HYGIÈNE. — *F. Diénert* (transm. par M. E. Roux). — **Épuration des eaux.**

Dans l'épuration des eaux par processus chimique, l'oxygène dissous est absorbé. S'il existe des eaux souterraines bien épurées contenant de l'oxygène dissous, aucune, prise avec les précautions d'usage, n'est véritablement stérile. Dans l'épuration chimique naturelle des eaux, les sels ferreux et manganeux ont une grande importance.

Le processus biologique demande une accoutumance préparatoire. Le filtre mûrit peu à peu et s'accoutume à sa fonction épurante. On peut accoutumer le filtre à l'acide phénique. L'accoutumance du filtre persiste même après son nettoyage lorsqu'on veut le décolmater. On peut, très simplement, de cette façon, supprimer un des grands inconvénients de la javellisation des eaux de rivière.

P. Guérin.

Séance du lundi 27 avril 1925.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gaston Julia.* — **Fonctions quasi analytiques et fonctions entières d'ordre nul.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Eyraud* (prés. par M. Émile Borel). — **La théorie affine asymétrique du champ électromagnétique et le rayonnement atomique.**

ÉLASTICITÉ. — *M.-T. Huber* (prés. par M. Mesnager). — **Sur la flexion d'un hourdis nervuré.**

PHYSIQUE. — *Léon Brillouin* (prés. par M. M. Brillouin). — **Les tensions superficielles ; interprétation de la relation d'Eötvös.**

La relation expérimentale d'Eötvös — $\frac{\partial A}{\partial T} V_m^{2/3} = C^{te}$, où A est la constante capillaire d'un liquide (au contact de sa vapeur), V_m le volume moléculaire peut être établi au moyen de la théorie cinétique des gaz, en considérant la couche superficielle comme monomoléculaire, les distances des molécules dans cette couche différant très peu des distances au sein du liquide ; la distance moyenne de la couche superficielle à la seconde couche de molécules peut être notablement différente, et n'intervient pas dans le calcul. — *H. Ikenti* (prés. par M. de Broglie). — **Sur les rayons bêta produits dans l'air par des rayons X homogènes de courte longueur d'onde.**

Cette étude a permis la mesure des longueurs des trajectoires des photo-électrons, du rapport des nombres d'électrons de recul et des photo-électrons, les petites trajectoires étant dues au recul des électrons de diffusion, enfin la mesure des longueurs des trajectoires des électrons à faible vitesse.

— *Roger Grandgérard* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le « Bertillonnage » des tableaux modernes par la radiographie.**

La radiographie et la photographie d'un tableau moderne peuvent constituer une pièce d'identité et fournir, dans l'avenir, la preuve irréfutable de son authenticité.

ÉLECTRICITÉ. — *C.-E. Guye, P. Mercier* et *J.-J. Weiglé* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur le potentiel explosif dans l'anhydride carbonique aux pressions élevées.**

Il s'agit d'un tableau de données expérimentales réduites à la température de 24°, ramenées à un champ uniforme, par élimination de la perturbation résultant de l'inégale répartition des ions entre les électrodes.

MAGNÉTISME. — *R. Forrer.* — **Sur une anisotropie magnétique artificielle du nickel. Les grands phénomènes de discontinuité.**

On reçoit, dans un téléphone, les courants induits produits par l'aimantation progressive d'un fil de nickel ordinaire, et on perçoit ainsi les discontinuités de l'aimantation. On peut observer par ce procédé les propriétés spéciales du nickel étiré, courbé et redressé et constater qu'elles sont persistantes. Si l'on chauffe pendant quelques secondes à une température supérieure à 1.000°, les cycles deviennent ceux du nickel recuit ordinaire.

OPTIQUE. — *E. Estanave* (prés. par M. A. Cotton). — **Contribution à la réalisation de la photographie intégrale.**

G. Lippmann a indiqué que la plaque photographique était susceptible d'enregistrer des images en grand nombre du sujet à photographier et de donner, par transparence, la représentation du sujet avec son relief et aussi avec les variations d'aspect que l'on obtiendrait en déplaçant la tête devant le sujet lui-même. Dès l'année 1908, M. Estanave a établi divers dispositifs, formés de l'assemblage d'un grand nombre de loupes, qui assurent la réalisation pratique du principe énoncé par l'illustre physicien.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Albert Arnulf* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'ionisation de la vapeur de potassium sous l'influence de la lumière visible.**

On opère dans une ampoule de verre contenant un filament de tungstène incandescent et une plaque de 4 cm^2 de surface située à 2 centimètres de distance portée à un potentiel positif. Un dispositif particulier permet d'y faire le vide et d'y distiller de la vapeur de potassium. Le courant électronique est modifié lorsqu'on fait arriver un faisceau de lumière entre les deux électrodes, qui détermine l'ionisation de la vapeur de potassium.

HYDROLOGIE. — *Jean Tilho.* — **Sur l'ordre de grandeur des variations de profondeur et d'étendue du lac Tchad.**

Il s'agit d'observations faites du 20 octobre 1912 au 30 septembre 1919. La hauteur des eaux passe par un maximum en décembre et par un minimum en juillet ; l'amplitude de la variation est en moyenne de un mètre, elle change d'une année à l'autre. La superficie recouverte par les eaux a varié entre 10.000 et 18.000 kilomètres carrés. La part du Chari dans la crue totale ressort à 74 ou 76 %.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Forestier* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Points de transformation des solutions solides d'alumine ou de sesquioxyde de chrome dans le sesquioxyde de fer.**

Le mélange des oxydes, obtenu par précipitation simultanée avec NH^3 et comprimé, est étudié au dilatomètre Chévenard. L'addition de Al^2O^3, comme celle de Cr^2O^3 provoque un abaissement du point de transformation, alors que ce point (575°) est atteint avec 12 % d'alumine ; les sesquioxydes de chrome et de fer sont miscibles en toutes proportions et, pour 40 %, le point est à 230°. Au delà la température s'abaisse de moins en moins. — *W. Mestrezat* et *Mlle Y. Garreau* (prés. par M. J. Perrin). — **Contribution expérimentale à l'étude du transport des électrolytes. Mobilisation des ions par échanges intermoléculaires.**

La présence des ions d'échange permet de concevoir, suivant un schéma simple, des transports rapides d'anions

Digitized by Google

dans l'organisme ainsi que des effets sélectifs biologiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *R. Charonnat* (prés. par M. Béhal). — **Sur les chlororuthénites de potassium.**

On admettait jusqu'ici deux séries isomères d'aquopentachlorosels Ru Cl^3, 2 ClX, H^2O qui échappaient à la théorie de Werner. Or cette isomérie n'existe pas. Les deux corps contiennent le Ruthénium à des valences différentes,

On a $[Ru^{III}(H^2O)Cl^5]X^2$

et $[Ru^{IV}(OH)Cl^5]X^2$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Max et Michel Polonowski* (prés. par M. Ch. Moureu.) — **Sur les dérivés oxéseriniques.**

Une nouvelle preuve définitive de la configuration du noyau basique, pipéridique ou méthylpyrrolidique de l'ésérine semble apparaître.

— *C. Dosios et T. Tsatsas* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les produits nitrés de l'éther diphénylglycolique.**

En opérant à — 10°, l'éther ajouté par petites portions à l'acide nitrique fumant donne le dérivé identique à celui qu'on obtient par la réaction de 2-4 dinitrobenzéne chloré sur le sel alcalin du glycol.

— *R. Delaby* et *J.-M. Dumoulin* (trans. par M. A. Béhal). — **Isomérisation des rinylalcoylcarbinols $CH^2=CH-CHOH-R$ en éthyl alcoylcetones C^2H^3-CO-R.**

C'est ainsi que le vinyléthylcarbinol en passant sur du Ni à 210° s'isomérise en diéthylcétone. Avec le vinylpropylcarbinol, on a l'éthylpropylcétone avec d'excellents rendements en une seule opération. A. Rigaut.

PALÉONTOLOGIE. — *A. Bigot.* — **Sur la présence de Trilobites et d'Archœocyathidés dans les couches cambriennes des environs de Carteret (Manche).**

Les Trilobites sont associés à des Archœocyathidés, qui forment dans les calcaires de petits buissons et qui paraissent être assez abondants. Les surfaces altérées des calcaires à *Archœocyathus* permettent de reconnaître la disposition générale et la structure caractéristique de ces Spongiaires primitifs, et de les rapprocher du genre *Coscinocyathus*.

C'est la première fois que la faune cambrienne est rencontrée en Normandie et en Bretagne dans les couches inférieures au Grès armoricain.

ARCHÉOLOGIE MILITAIRE. — *Georges A. Le Roy* (transm. par M. le maréchal Foch). — **Sur le damasquinage à l'étain d'une arme de guerre médiévale.**

L'art très ancien du damasquinage consiste, on le sait, à graver dans le fer ou l'acier les traits de dessins dont les creux sont ensuite remplis par martelages avec de l'argent ou de l'or.

L'épée examinée par l'auteur apporte l'exemple d'un damasquinage à l'étain qui fut vraisemblablement pratiqué, non par martelages, mais, vu la fusibilité de l'étain (235°), par mise en fusion dans les creux gravés, l'épée étant probablement chauffée vers cette température.

GÉOLOGIE. — *F. Kerforne* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur le contact de la Nappe de la Vilaine avec son substratum.**

Dès 1915, l'auteur a signalé la présence de roches écrasées, entre les Schistes rouges et le Briovérien, au sud de Rennes, à la base de ce qu'il a appelé la *Nappe de la Vilaine*. La preuve par le microscope de la présence de mylonites à la base de cette nappe est faite aujourd'hui au sud de Guer, et c'est la confirmation de ce que M. Kerforne a signalé en d'autres points du contact.

— *C.-E. Wegmann* (prés. par M. Emile Haug). — **Sur une phase tardive de la chaîne calédonienne scandinave.**

L'examen d'une carte de la côte norvégienne montre un alignement régulier, extrêmement frappant, de certains cours d'eau et des fjords. Ce fait remarqué depuis longtemps a été attribué à des failles. Ce ne sont en général pas des failles, mais simplement des diaclases ayant facilité le travail de l'érosion.

Les faisceaux de diaclases recoupant le Dévonien sont plus jeunes que ce dernier. On doit les mettre en relation avec la dernière phase du plissement calédonien.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *A. Goris* et *M. Métin* (prés. par M. Guignard). — **Sur la composition chimique d'un hybride de l'Aconitum Anthora L. et de l'A. Napellus L.**

Dans cet hybride bien caractérisé, que les auteurs désignent sous le nom de « hybride de Randou », on trouve les alcaloïdes correspondant à l'*A. Anthora* et à l'*A. Napellus*.

— *Paul Gillot* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur les caractéristiques de quelques huiles d'Euphorbiacées.**

Les graines des Mercuriales et des Euphorbes indigènes renferment 14 à 40 % de matières grasses. Ces huiles se caractérisent surtout par leurs fortes densités, leurs indices de réfraction élevés, leurs indices d'iode considérables et la quantité notable de dérivés bromés qu'elles fournissent. Elles se placent au premier rang des huiles siccatives et sont susceptibles de recevoir les mêmes applications que l'huile de Lin.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *E.* et *G. Nicolas* (prés. par M. Molliard). — **Observations sur l'influence de l'urée, de la sulfo-urée et de l'allylsulfo-urée sur les végétaux supérieurs.**

On peut conclure, d'après les auteurs, à la toxicité de l'urée pour les doses supérieures à 1 °/oo. La sulfo-urée et l'allylsulfo-urée sont toxiques même aux doses les plus faibles employées (0.02 °/oo) et cette toxicité semble inhérente à la nature même de ces substances et ne paraît pas due à des produits de dédoublement.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Edouard Fischer* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la constitution de la glande verte de l'Ecrevisse.**

Le saccule de l'Ecrevisse est assimilable au saccule des autres Décapodes. La substance verte de l'Ecrevisse est assimilable au labyrinthe des autres Décapodes. L'ensemble de la substance blanche et de la vessie de l'Ecrevisse correspond à la vessie des autres Décapodes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Lucien Semichon* (prés. par M. Lindet). — **Action de l'alcool sur la faculté élective des levures dans la fermentation des moûts de raisin.**

L'alcool exerce une action importante sur la faculté élective de la levure, et la fonction zymasique paraît plus sensible à l'alcool quand elle s'applique au glucose.

Suivant la manière dont on pratique la fermentation continue, suivant la façon dont on opère les mutages dans la préparation des vins de liqueur, on peut détruire ou conserver des quantités très différentes de glucose ou de lévulose. Ce fait peut avoir une répercussion sur la teneur du vin en produits secondaires de la fermentation. Il a des conséquences importantes sur les qualités organoleptiques des vins de liqueur et sur les transformations qui accompagnent leur vieillissement.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Léon Blum* et *Maurice Delaville* (prés. par M. Widal). — **Recherches sur le mécanisme de l'acidose.**

L'acidose peut se produire par trois modes différents. 1° Il y a acidose par excès d'acide, le taux des bases restant inchangé. C'est l'acidose par hyperacidité ; 2° Il y a acidose par diminution des bases, le taux des acides n'étant pas modifié. C'est l'acidose par hypoalcalose ; 3° Enfin il y a acidose par excès d'acides et diminution simultanée des bases. C'est l'acidose par hyperacidité et hypoalcalose. Dans les états pathologiques ces trois mécanismes peuvent intervenir.

Les auteurs distinguent : la céto-acidose, la lacto-acidose, la chloro-acidose et la protéino-acidose.

Digitized by Google

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L. Panisset* et *J. Verge* (prés. par M. E. Leclainche). — **Présence de spirochètes chez les chiens atteints de gastro-entérite hémorragique.**

Pour la mise en évidence de *Spirochæta melanogenes canis*, il semble que les méthodes les plus sûres soient, ou bien l'étude des coupes d'organes, colorées par une technique appropriée (Lükes), ou bien l'examen des préparations par impression, après coloration par les méthodes d'imprégnation à l'argent.

MICROBIOLOGIE. — *Yves Kermorgant* (prés. par M. Roux). **Sur l'étiologie des oreillons.**

Le rôle du spirochète dans l'étiologie de la maladie expérimentale est encore confirmé par sa présence constante dans les lésions glandulaires dont il est aisé de l'obtenir, en culture. La constatation, dans le sérum des sujets guéris, d'une agglutinine et d'une lysine spécifiques vis-à-vis de ce germe, vient confirmer son rôle dans l'étiologie des oreillons chez l'homme.

Une première atteinte de l'infection confère aux animaux l'immunité, et l'auteur a pu vacciner les lapins par l'injection de cultures de spirochètes de virulence atténuée. Ces essais de vaccination expérimentale permettent d'espérer la possibilité d'appliquer un jour à l'homme ces notions nouvelles dans la prophylaxie et la thérapeutique des oreillons.

P. Guérin.

Séance du lundi 4 mai 1925.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. Goursat.* — **Sur quelques équations aux dérivées partielles de la théorie de la déformation des surfaces.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nicolas Kryloff* (transm. par M. Appell). — **Sur l'estimation de l'erreur commise dans l'application de la méthode de W. Ritz pour l'intégration approchée des équations différentielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Lusin* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur un problème de M. Émile Borel et les ensembles projectifs de M. Henri Lebesgue : les ensembles analytiques.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *V. Romanovsky* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la distribution des écarts quadratiques moyens dans les observations sur les quantités à distribution normale.**

MÉCANIQUE. — *R. Dugas* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur la théorie de la structure fine et le principe d'égalité de l'action et de la réaction.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur les équations, d'origines diverses, qui peuvent affecter les corrections de pendule employées au Bureau international de l'Heure (B. I. H.) pendant les cinq années 1920,0-1925,0.**

Il s'agit du tableau des différences entre les valeurs observées et les valeurs calculées, exprimées en centièmes de seconde de temps, par les différents observateurs, dans les différents mois de l'année.

HYDRAULIQUE. — *L. Escande* et *M. Ricaud* (prés. par M. Rateau). — **Sur la similitude des fluides visqueux.**

Les résultats expérimentaux s'accordent avec la loi de Reynolds et mettent en évidence que, dans deux modèles ayant des dimensions homologues, on observe la similitude des mouvements composés. On peut encore, dans la pratique, déduire, d'expériences faites sur l'eau, les coefficients concernant des corps de viscosité différente.

MAGNÉTISME. — *Henri Abraham* et *René Planiol* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le sesquioxyde de fer magnétique.**

Le colcotar (sesquioxyde de fer rouge Fe^2O^3) n'est pas ferro-magnétique; on peut le transformer en magnétite Fe^3O^4, par réduction vers 500° dans un courant d'hydrogène ou d'oxyde de carbone, puis le réoxyder dans un courant d'air à 200-250°. Dans ces conditions, on ne revient pas au colcotar; le produit obtenu est une poudre brune un peu jaunâtre, fortement ferromagnétique. Pour obtenir la variété non magnétique, il suffit d'allumer dans l'air la magnétite pulvérulente; elle brûle comme de l'amadou et donne du colcotar non magnétique.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Étude des acides gras et des diacides au moyen des rayons X.**

On obtient des spectres excellents en dissolvant les acides gras dans l'alcool; on verse quelques gouttes de la solution sur une lame de verre propre, et on laisse évaporer; ces couches agissent comme un cristal unique. Les raies fines se déplaçant régulièrement, suivant une loi linéaire, avec le nombre des CH^2 de la chaîne, l'application de cette technique permet l'analyse des mélanges d'acides gras.

RADIOACTIVITÉ. — *Salomon Rosenblum* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur une nouvelle détermination du rapport des vitesses des deux groupes de rayons α émis par le dépôt actif du thorium.**

On a mis en œuvre le procédé classique, avec un dispositif expérimental adapté spécialement. On a obtenu, pour le rapport des vitesses, le chiffre 1,209 à 0,1 % près.

MÉTÉOROLOGIE. — *Louis Besson* (prés. par M. Bigourdan). — **La capacité pluviale du courant équatorial, facteur périodique du climat.**

On peut considérer comme faisant partie du courant équatorial les vents S, SSW, SW et la moitié des directions SSE et WSW. Les observations trihoraires du vent fournissent des variations qui s'accordent sensiblement avec celles de la hauteur des pluies. R. Dongier.

CHIMIE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Affinité.**

Poursuivant ses études, l'auteur applique le théorème de Clausius relatif à la chaleur non compensée, généralise les théorèmes de Van't Hoff et de Le Chatelier et obtient des précisions sur l'affinité physico-chimique.

ÉLECTROCHIMIE. — *A. Boutaric* et *Mlle G. Perreau* (prés. par M. D. Berthelot). — **Étude quantitative de la protection réalisée dans une solution colloïdale par l'introduction d'un électrolyte en quantité trop faible pour entraîner la floculation.**

Dans une précédente Note (C.R. 179, p. 46), on a établi que l'addition, à une suspension colloïdale, de petites quantités d'un électrolyte peut protéger cette suspension contre l'action floculante du même électrolyte. L'étude des suspensions de gomme-gutte et de sulfure d'arsenic permet le tracé de courbes qui permettent d'obtenir l'optimum de protection en fonction du temps.

CHIMIE-PHYSIQUE. — *L. Guillet* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les traitements thermiques de certains laitons au nickel.**

En général, la trempe n'apporte pas de notables variations dans les propriétés mécaniques; des changements dans la constitution peuvent provoquer une diminution de la fragilité. Les laitons étudiés contiennent de 24 à 31 % de Ni. Les points de transformation ont été déterminés par l'observation de la microstructure.

— *F. Vlès* et *Mlle M. Gex* (prés par M. J. Perrin). — **Sur l'absorption ultraviolette en fonction du P_H de quelques acides organiques envisagés à la manière d'indicateurs ultraviolets.**

On détermine le rapport $\frac{\varphi}{\varphi'}$ de deux absorptions de longueurs d'onde différentes, rapport qui est une fonction du P_H. Les combes obtenues avec les acides oxalique et benzoïque correspondent à des P_H compris entre 0,2 et 12, dans le cas de solutions des sels de soude, additionnées de ClH ou de HONa.

Digitized by Google

CHIMIE ORGANIQUE. — *E.-E. Blaise* et *M^lle Montagne* (transmise par M. Haller). — **Sur la préparation des β-dicétones acycliques.**

L'un des auteurs a montré que cette préparation est réalisée par la condensation des dérivés organo-magnésiens avec la tétréthyldiamide glutarique. On obtient le dipropionylpropane avec un bon rendement, mais il se forme d'autres corps aminés, parmi lesquels se trouvent deux aminocétones.

— *Lespieau* et *Ch. Prévost* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'hexabromure de diacétylène.**

Si on fait barboter le diacétylène dans une solution chloroformique de Br, on obtient l'hexabromure, dont la constitution correspond à celle de Noyes :

$$CHBr - C\,Br^2$$
$$CHBr - C\,Br^2$$

qui se présente sous forme de cristaux identiques à ceux de Willstatter. On pourrait envisager la formule :

$$CH\,Br^2 - C\,Br = C\,Br - CH\,Br^2$$

et transitoirement la formation de

$$CH\,Br = C\,Br - C\,Br = CHBr$$

ou peut-être de :

$$CHBr^2 - C = C - CH\,Br^2.$$

— *M. Sommelet* (transm. par M. Béhal). — **Sur la préparation synthétique des homologues du chlorure de benzyle.**

On fait agir l'oxyde de méthyle chloré sur un carbure aromatique en présence de $Cl^2\,Sn$:

$$ArH + CH^2{-}O{-}CH^2Cl = Ar\,CH^2Cl + CH^3OH.$$

la fixation du CH^2Cl se faisant en para. D'autre part, il se produit en même temps des produits dichlorés. Dans le cas du toluène, on a le dichlorométhyltoluène avec du p-p-ditolylméthane et son dérivé chlorométhylé.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Lantz* et *Wahl* (transm. par M. Haller). — **Sur les arylamino-1-naphtoquinones-2.**

Sur la phénylamino-1-oxy-2-naphtalène en solution alcoolique de soude, on fait agir l'hypochlorite de soude. On obtient une précipitation de phénylimino-1-naphtoquinone-2, qui, hydrogénée par l'amalgame d'aluminium, donne le dérivé phénylaminé. A. Rigaut.

GÉOLOGIE. — *L. Cayeux* (prés par M. H. Douvillé). — **L'âge relatif des silex et dolomies de la craie du Bassin de Paris.**

La comparaison des silex et phtanites des dolomies, tout en soulignant les plus grandes analogies dans l'histoire des deux types d'accidents siliceux, fait ressortir une différence très appréciable. Le chevauchement de la dolomitisation sur la silicification est un phénomène incomparablement plus fréquent dans les phtanites que dans les silex, et, par surcroît, il se produit à une échelle beaucoup plus grande. Mais pour les uns comme pour les autres, la silicification se fait aux dépens du carbonate de chaux.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *E. Demoussy* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les déséquilibres de concentration amenés par la diffusion.**

Les cellules végétales présentent souvent, pour certains sels minéraux solubles, une concentration bien supérieure à celle du milieu extérieur. Ces faits apparaissent comme contraires aux principes de la diffusion et n'ont pas encore reçu d'explication satisfaisante. L'auteur a abordé une partie du problème en cherchant à reproduire de tels déséquilibres ; il a pu le faire par des moyens purement physico-chimiques, conformes aux lois de la diffusion. Toutefois, les conditions très spéciales de ses expériences ne permettent pas d'avancer qu'elles fournissent l'explication des changements de concentration et de pression observés dans la nature.

PHYSIONOMIE VÉGÉTALE. — *St. Jonesco* (prés. par M. Molliard). **Action combinée de l'acide chlorhydrique et du sodium métallique sur le rougissement d'un flavone extrait des feuilles rouges de *Prunus Pissardi*.**

Le pigment jaune extrait des feuilles rouges d'automne de *Prunus Pissardi* jouit de la propriété de se transformer en pigment rouge sous l'influence de l'amalgame de sodium mis en présence de l'acide chlorhydrique. Cette substance est un corps flavonique se rapprochant de la quercétine et de ses dérivés.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Henri Couturier* (prés. par M. Roux). **Action anticoagulante des sels de zinc.**

A la dose de 1/2000, le sulfate de zinc empêche complètement la coagulation sanguine *in vitro*. Cette propriété empêchante se manifeste aussi bien *in vivo*, contrairement à ce qui a lieu pour le citrate de soude et les corps similaires.

Les sels de calcium ajoutés au sang rendu incoagulable par le sulfate de zinc ne lui restituent pas sa propriété de coaguler, à l'encontre de ce qui se passe avec l'oxalate, le citrate et les sels d'acides polybasiques. Ce fait semble montrer que le mécanisme de l'anticoagulation par les sels de zinc est différent de celui qui intervient dans l'action du citrate.

— *M^me L. Randoin* et *E. Lelesz* (prés. par M. F. Henneguy). — **Variations comparatives de la glycémie artérielle (effective et protéidique) et de la teneur du foie en glycogène chez le Pigeon normal et chez le Pigeon soumis à un régime déséquilibré par manque de facteur hydrosoluble *B*.**

Chez le Pigeon normal, le sang artériel renferme de 0 gr. 90 à 2 gr. pour 1.000 de sucre libre, de 0 gr. 70 (*régime artificiel complet*) à 0 gr. 85 (*régime naturel*) de sucre protéidique. Lorsque l'animal ne reçoit pas de facteur *B*, on obtient, pendant la première période, des chiffres voisins des précédents, puis le niveau du sucre libre monte progressivement pour atteindre son maximum (2 gr. 80) au moment des crises, tandis que le sucre protéidique ne semble augmenter que d'une manière relativement faible.

Quant au glycogène du foie, il ne disparaît pas au cours de l'avitaminose B lorsqu'on emploie de bons régimes artificiels et que les animaux sont alimentés par *gavage*.

BIOLOGIE. — *P.-H. Fischer* (prés. par E.-L. Bouvier). — **Sur le rôle de la glande purpurigène des Murex et des Pourpres.**

Sans nier que la sécrétion soit toxique pour certains Vertébrés, l'auteur rejette l'interprétation qui attribue à cette glande le rôle d'une glande venimeuse dans la nature. Mais la sécrétion de la glande à pourpre est abondamment mélangée à la masse de la ponte ; les œufs se segmentent et les embryons se développent dans un milieu riche en substance purpurigène. Le rôle génital que joue la glande purpurigène chez les femelles est en somme le seul que l'on puisse reconnaître à cette glande.

— *P. Cappe de Baillon* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Monstres doubles et Intersexués chez les Phasmides.**

Il n'est pas rare de rencontrer, dans l'ovaire sénile des Phasmes se reproduisant par parthénogenèse (*Carausius morosus* Br., *Baculum artemis* Westw.), des chambres ovulaires contenant deux, quatre, six et jusqu'à dix oocytes. Un bon nombre d'œufs composés donnent naissance à des individus normaux ou à des monstres doubles. Les pontes séniles donnent également naissance à des mâles et à des intersexués.

— *L. Fage* et *R. Legendre* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Essaimages de *Scalibregma inflatum* Rathke, observés pendant des pêches à la lumière.**

Des captures de l'automne 1923 ont révélé aux auteurs l'abondance dans la baie de Concarneau d'un Polychète limnivore nordique, *Scalibregma inflatum*, dont on n'avait

Digitized by Google

pris jusqu'ici sur nos côtes qu'un seul exemplaire. Quelques caractères spéciaux (taille plus petite, 43 sétigères au lieu de 60, cinq cirres anaux au lieu de quatre) en font peut-être une variété méridionale particulière. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les moteurs à gaz et les gazogènes, par Herm. HAEDER, Ingénieur Civil, 4e édition augmentée et traduite par M. VARINOIS, Ingénieur des Arts et Manufactures. Première partie. In-8° de 208 pages avec de nombreux tableaux et figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 5o fr.

Le livre de M. Haeder a beaucoup de succès en Allemagne ; il paraît indispensable aux constructeurs, ingénieurs et dessinateurs des moteurs à gaz. M. Varinois en donne une traduction très claire, facile à suivre grâce aux nombreuses illustrations qui se trouvent dans le texte. C'est une technologie complète sur les différents organes des moteurs avec des formules pratiques de calcul.

Les six premiers chapitres du tome premier qui vient d'être édité comprennent des généralités, la puissance des moteurs, leurs dimensions principales, l'influence des masses en mouvement, les diagrammes des efforts tangentiels, les efforts dans la bielle et dans les autres organes, en tout 65 pages.

Le chapitre VII, 131 pages consacrées aux différentes parties du moteur (arbre coudé, paliers, bielle, piston, bâti et volant) est le plus important ; il donne des croquis, des calculs et des règles de construction, documentation considérable qui fait connaître, à peu près, tout ce qui a été réalisé par les constructeurs allemands.

Les pages 197 à 208 sont un supplément au Chap. II. Puissance des moteurs : on y trouve notamment une comparaison des frais d'exploitation des moteurs à gaz et des moteurs à huile lourde et une carte d'Allemagne avec les frontières de 1914.

Le travail de M. Haeder paraît très consciencieux, très minutieux ; il a été complété « d'après les dernières nouveautés ». Nous devons noter cependant que, dans le calcul des volants, par exemple, il n'est pas tenu compte des dangers de résonance des arbres des moteurs qui commandent les alternateurs ou les dynamos. Ce problème a pourtant été traité assez complètement, il y a trente ans, par M. André Blondel.

Edmond MARCOTTE.

Alternating current rectification, par L.-B.-W. JOLLEY. In-8° de XVIII-351 pages, Chapman et Hall, éditeurs, Londres.

Le redressement des courants alternatifs est un des problèmes de l'actualité scientifique : depuis le petit redresseur destiné à charger les accumulateurs de l'amateur de T.S.F. jusqu'aux appareils de plusieurs milliers de kilowatts alimentant les lignes de traction électrique à courant continu, depuis le détecteur à galène jusqu'au kénotion laissant passer les 200.000 volts des radiologues, c'est par milliers qu'il faut compter tous les appareils destinés à réaliser un courant « à sens unique » à partir des courants alternatifs qui ont pris, dans le transport de l'énergie, une place pour ainsi dire exclusive. Il n'y avait cependant aucun ouvrage envisageant dans leur ensemble tous les problèmes posés par cette rectification ; or la lacune se faisait sentir d'autant plus grave que l'ingénieur-installateur doit pour ainsi dire être capable de résoudre la presque totalité des questions soulevées par les appareils précédents. Aussi faut-il signaler le présent ouvrage de L.-B.-W. Jolley, du laboratoire de recherches de la *General Electric Company*. C'est un ouvrage traité « du point de vue ingénieur », je dirais même ingénieur-américain. On y trouve en effet tout ce qui se rapporte aux problèmes de la rectification : la théorie de Fourier, est très largement traitée, avec « la manière de s'en servir », la théorie des commutatrices, celle de la poutre-console, les caractéristiques des triodes, etc., etc., rien n'est omis de ce qui a trait à la question, de sorte que le lecteur n'a pour ainsi dire à consulter aucun autre ouvrage. Certains pourront critiquer cette manière de faire ; ceux qui auront été obligés de chercher dans trois ou quatre livres la justification d'une formule ne manqueront pas de l'approuver. Je dirai que pour ma part, j'ai fort apprécié la façon de l'auteur : l'exposition est simple, nette ; l'illustration remarquable et abondante ; la bibliographie enfin très développée, quoique peut-être un peu restreinte aux articles de langue anglaise.

Le titre des chapitres principaux donnera une idée générale des sujets abordés, en même temps qu'elle montrera la façon dont l'auteur a compris son œuvre, laquelle me paraît appelée à un très légitime succès :

I. — Forme des ondes. Analyse harmonique. — II. — Redressement mécanique : *a*) Collecteurs, Convertisseurs rotatifs, collecteurs rotatifs ; *b*) Redresseurs pour très haute tension, redresseurs à tige vibrante. — III. — Conduction gazeuse : *a*) Principes généraux ; *b*) Redresseurs à vapeur de mercure de petite et de grande puissance ; *c*) Kenotrons et tungars ; *d*) Redresseurs à éclatement dissymétrique. — IV. — Redresseurs électrolytiques. — V. — Redresseurs pour T.S.F., détecteurs à cristaux. — VI. — Applications à la mesure des courants alternatifs et du facteur de forme des courants continus. A. F.

La métaphysique scientifique, par Dr Maurice DIDE et P. JUPPONT. In-16 de 182 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Les bibliothécaires d'Alexandrie, en classant les œuvres d'Aristote d'après les matières qu'elles traitent, ont été obligés de créer le terme « métaphysique » pour étiqueter l'ouvrage du Stagirite qui traite de la science de l'absolu ou de l'être en tant que être. Mais dans le cours des siècles, métaphysique est devenue synonyme de spéculation et d'interprétation ingénieuse de la réalité. N'étant pas astreinte à se conformer aux méthodes rigoureuses des recherches exactes, « la folle du logis », c'est-à-dire l'imagination, et l'arbitraire y ont eu leur part belle, de sorte qu'à la longue ce terme est devenu un objet de répulsion pour tous ceux qui, avides de connaissances solides, n'accordent leur confiance qu'aux affirmations reposant sur l'observation, l'expérience et le calcul.

Je ne crois pas que les auteurs de ce livre aient réussi à rétablir le prestige de métaphysique en l'appelant scientifique. Car, si on prend ce titre au pied de la lettre, ils sembleraient promettre de tenir rigoureusement compte de ce que la science la plus récente est arrivée à établir, de n'en rien sacrifier et de ne rien affirmer qui ne soit tout à fait conforme à ses résultats. Or, la lecture de leur ouvrage ne donne nullement cette impression. Dès le début, on est frappé de la façon quelque peu candide dont ils abordent le problème de la connaissance par excellence, le problème de la réalité. « Dans ce livre, disent-ils, nous montrerons qu'il est possible de s'approcher de l'absolu en soumettant les résultats de nos acquisitions complexes à une critique

Digitized by Google

rigoureuse et objective. On ne saurait donc nous interdire d'ajouter à l'expérience toute l'ardeur, tout l'élan passionné que d'autres assouvissent en une adoration traditionnelle. Pour nous, le savant n'a pas le droit de se priver des énergies que l'affectif apporte à la richesse scientifique. »

C'est précisément la critique rigoureuse et objective exercée, durant le XIXe siècle, par tant de savants de marque qui a établi que toutes les tentatives de s'approcher de l'absolu sont vouées à l'échec, attendu que nous ne savons pas ce que c'est que l'absolu. Et nos connaissances relatives se mueront-elles en absolues parce qu'on y aura ajouté « toute l'ardeur, tout l'élan passionné » ? Qui ne voit qu'elles ne seraient dans ce cas que plus saturées de subjectivité.

Guidés par ce principe, les auteurs ont, dans six chapitres, traité métaphysiquement : de l'abstrait, de la cinématique, de la mécanique, de la physique, de la chimie et de la biologie. La discussion de toutes ces grandes questions ne présente malheureusement pas tout l'intérêt qui y est ordinairement attaché. La cause en est que les auteurs ne se sont pas suffisamment documentés sur l'état actuel des connaissances scientifiques. Et loin d'aller au delà, ce qui est bien l'aspiration des métaphysiciens, ils sont restés beaucoup en deçà.

M. SOLOVINE.

La Production des Richesses, par René MASSE, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur civil des Mines, membre de la Chambre de Commerce de Paris. Préface de M. Raphaël-Georges LÉVY, Sénateur, Membre de l'Institut, Président de la Société d'Économie politique. In-8° de 979 pages. Giard, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

Il n'est pas exagéré de dire que l'ouvrage que publie M. Masse est certainement l'un des plus importants parmi ceux qui ont paru depuis la guerre sur cette grave question, vitale pour tous les peuples, de la production des richesses. Ne faut-il pas une certaine audace pour aborder un tel sujet, à un moment où un déséquilibre général, sévit avec intensité sur le monde entier ? M. Masse a su vaincre, en technicien, toutes les difficultés : les nombreux problèmes dont il traite sont tous ramenés à deux points : nécessité de produire, moyens d'intensifier la production.

C'est sur ces bases qu'il a établi un plan rigoureux, dont il ne s'écarte jamais par des digressions inutiles : ses démonstrations s'appuient uniquement sur la logique et non pas sur des chiffres, des statistiques ou des formules sujettes, si l'auteur est habile, aux interprétations les plus élastiques et dans lesquelles s'égare souvent l'esprit du lecteur.

L'auteur, dans une Introduction fortement documentée expose les facteurs généraux de la richesse tels qu'ils se présentent actuellement après les enseignements de la guerre et les changements survenus dans le double domaine économique et social.

L'ouvrage comprend trois parties s'enchaînant logiquement : I *Le Facteur « Nature » de la production des richesses;* II *Le Facteur « Travail » de la production des richesses*; III *Le Facteur « Capital » de la production des richesses.*

La première partie débute par l'étude du milieu envisagé au point de vue géographique; dans le chapitre suivant, consacré aux matières premières, l'auteur analyse toutes les ressources qui peuvent être tirées du sol : flore, faune, matières minérales; le troisième chapitre donne une excellente étude des forces naturelles : forces animées (esclavage, animaux de trait et de bât), force de l'eau, force du vent, énergie solaire.

La deuxième partie peut être considérée comme la plus importante de l'ouvrage, car elle est presqu'entièrement consacrée à la plus grave, la plus angoissante des questions actuelles, à celle dont dépend, non seulement la « production des richesses », mais aussi l'avenir de la Nation : la question de la natalité. L'auteur a envisagé le problème sous toutes ses formes, mais l'analyse de cette magistrale étude dépasse les limites d'un bref Compte rendu bibliographique et fera l'objet d'une note spéciale. Je dois me borner aujourd'hui à signaler l'importance exceptionnelle que possède cette deuxième partie du livre de M. Masse.

La troisième partie traite la question du Capital sous tous ses aspects. Elle débute par une définition du Capital envisagé au triple point de vue : définition verbale, définition causale, définitions juridique et sociale. Cet exposé de la manière dont le Capital doit concourir à la vie du Pays est suivi d'un chapitre sur l'Épargne « source du Capital ».

Je signalerai ensuite, dans cette énorme documentation quelques chapitres particulièrement intéressants, tels que ceux qui traitent des changes, inflation et déflation; de l'état actuel du capital français; du régime fiscal et du régime monétaire; du crédit; du travail libre; de l'économie mercantile.

Et lorsqu'on a lu le livre de M. Masse, on pense comme lui que « la complexité du problème de la production des richesses, dès qu'on l'examine, inquiète et séduit », et si on étudie le problème par les méthodes logiques qu'il a lui-même employées, on songera qu'il ne doit pas y avoir, dans la question du capitalisme, des « antagonistes-nés » car ceux-ci deviendront des « collaborateurs-nés » et que la vieille et absurde formule, « la lutte des classes » aura vécu. Là encore, on partagera l'opinion de l'auteur.

Un tel ouvrage se recommande de lui-même à l'attention du public et tout le bien qu'en dit, dans sa Préface M. Michel-Raphaël Lévy, est pleinement justifié.

L. FRANCHET.

Bibliographie générale des œuvres de Blaise Pascal, tome 1er, *Pascal Savant*, par M. Albert MAIRE, bibliothécaire honoraire de l'Université de Paris. In-8° de 330 pages, Giraud-Badin, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

M. Maire, avec la collaboration de M. Weber-Silvain, Professeur au Collège de Lucerne, prépare une nouvelle édition de la bibliographie générale des œuvres de Pascal. Le tome premier, que nous présentons à nos lecteurs, vient de paraître avec le sous-titre de *Pascal Savant*. C'est dire qu'il concerne exclusivement les travaux scientifiques du grand penseur, travaux considérables, sinon par l'étendue de ses écrits, du moins par leur importance, leur originalité et leur influence sur leur temps et sur le nôtre. Le tome ou les tomes, annoncés comme devant suivre, renfermeront la bibliographie des ouvrages de critique sur Pascal philosophe, Pascal moraliste, Pascal apologiste de la religion, Pascal controversiste et polémiste théologique, Pascal janséniste, Pascal écrivain, etc.

Pour ce premier tome, M. Émile Picard a donné une anté-préface courte, mais remarquable par la finesse philosophique des réflexions. Puis, est reproduite la préface proprement dite, celle que M. Pierre Duhem avait rédigée pour l'édition de 1911, et où sont exposées, en quelques pages fortement pensées et écrites, des aperçus historiques sur les étapes, plus ou moins laborieuses, parcourues par

Digitized by Google

les inventions célèbres dans les sciences, avant de parvenir à leur point définitif. Enfin, dans une introduction assez développée, M. Maire indique ses procédés de recherche et de classement, ainsi que la conduite générale de son travail, répertoire méthodique et à jour de tout ce qui a été publié dans les divers pays et les diverses langues sur la personnalité prodigieuse de cet énigmatique Blaise Pascal.

Rien de plus simple ni de plus clair que l'ordre adopté par M. Maire pour la systématisation des ouvrages nombreux et variés qu'il a eu à colliger, et dont il fait, s'il y a lieu, une description sommaire, avec désignation des bibliothèques où ils se trouvent en dépôt. Cet ordre d'ailleurs se proposait naturellement, et, en quelque sorte, s'imposait même. — Soient deux divisions principales : 1° Études sur la Mathématique de Pascal ; 2° études sur la Physique de Pascal. Chacun de ces deux groupes se partage en plusieurs sections : pour les Mathématiques, tout ce qui a trait aux Coniques, à la Cycloïde, à la Géométrie du triangle arithmétique, etc., et, comme application utile, la machine à calculer. Pour la Physique, tout ce qui intéresse les découvertes de Torricelli, les expériences du Puy-de-Dôme, le traité de l'équilibre des fluides et de la pesanteur de l'air, avec, comme applications pratiques et expérimentales, les « carrosses à cinq sols », la brouette, le haquet.

Dans les subdivisions, les noms des auteurs sont disposés par rang alphabétique, de sorte que rien n'est plus commode que le maniement de ces catalogues raisonnés et leur consultation rapide, lorsque le besoin se fait sentir d'une référence précise et contrôlée. En outre, la plupart des ouvrages relevés font l'objet d'un résumé succinct. Beaucoup même, parmi les plus importants, sont accompagnés d'une notice analytique, parfois fort détaillée. A noter que, en tête de chaque section, il est fait mention des textes afférents, qui remontent au XVII^e^ siècle, à savoir : ceux de Pascal, lui-même, en première ligne, ceux des membres de sa famille, ceux de ses correspondants, dans leurs lettres et observations, ceux de Mathématiciens et de Physiciens, ses contemporains. A signaler aussi que, en appendice, sont, non seulement rappelés, mais examinés les travaux d'Étienne Pascal, le père.

M. Maire s'est trouvé par sa fonction professionnelle fort heureusement placé pour mettre à profit les matériaux, dont il disposait dans cette tâche compliquée de riche et féconde documentation qu'il s'était assignée. Désormais son travail est indispensable à tous ceux qui voudraient aborder l'œuvre scientifique de Pascal. Moins encore pourront s'en passer les critiques et commentateurs à venir ; car il y en aura encore et il convient qu'il y en ait. Les addenda aux longues listes de cette bibliographie sont donc loin d'être épuisés. LOUSTAU-CHARTEZ.

Les deux formes de la volonté et de la croyance dans un cas de délire psychasténique, par le D^r^ Pierre JANET. Communication présentée au Congrès de Philosophie de Paris 1921. In-8° de 30 pages.

Il s'agit d'une malade, Sophie, que M. Janet suit depuis plus de dix-sept ans. Elle est sujette à deux états dont le contraste apparent est frappant : dans l'un, qui lui est le plus habituel, on a le tableau classique de la psychasténie : peur de l'action, anto-critique, obsessions d'ordre moral et psychologique, remords, scrupules, indécision, doute. Dans l'autre, qui ne se présente que sous forme de crises passagères, quoique de plus en plus durables, Sophie est agitée, capable de tous les actes, même les plus absurdes et les plus grossiers : exhibitionnisme, agression, coprophagie, etc...

M. Janet montre lumineusement qu'un tel cas ne peut se ramener aux schémas conventionnels de la psychiatrie (psychose périodique), ni aux modifications de la qualité ou de la quantité des tendances : il faut faire appel à cette notion de tension psychique et de hiérarchie des actes dont il a été le premier à signaler l'importance et la fécondité. Dans l'état n° 1, la tension est faible, les actes sont lents, mais adaptés, réfléchis ; dans l'état délirant et pithiatique, la tension est forte, les actes rapides, nombreux, mais inadaptés, non critiqués, automatiques, impulsifs. Or ces deux états correspondent à deux stades de la volonté et de la croyance, que l'auteur rapproche très justement des formes inférieures de la pensée chez les primitifs et de la perception dans des traumatismes cérébraux étudiés par Head. Et ils se rencontrent occasionnellement dans la vie psychique normale, comme le fait observer M. Bergson dans l'intéressante discussion qui suit cette remarquable conférence, et au cours de laquelle M. Janet précise et renforce son interprétation en répondant aux objections de MM. Dumas et Piéron.

R. TROUDE.

The concept of Evolution, par H.-W.-B.- JOSEPH. In-8° de 32 pages. Oxford, Clarendon Press.

Dans cette *Herbert Spencer lecture*, l'auteur combat les conceptions purement mécaniques de la vie. Pour comprendre pleinement la vie organique, il faut comprendre d'abord, dit-il, la vie de l'esprit. Ceux qui s'imaginent que les phénomènes de la vie se ramènent entièrement à la physique et à la chimie, ne peuvent guère parler d'évolution, et n'arriveront jamais à faire rentrer dans leur schéma biologique l'activité intellectuelle. A. DEZ.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Arnould. — Abeilles productives. Ruchers modernes. In-16 de 262 pages avec 93 photogravures. Librairie agricole, Paris. — Prix : 9 francs.

H. Bouasse. — Ondes hertziennes. In-8 de 345 pages. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 28 francs.

André Turin. — La Chaufferie moderne. Les foyers de Chaudières. Leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes. 2^e^ édition. In-8 de 467 pages avec 481 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

R. Gouin. — Le Porc. Races, élevage, exploitation. In-16 de 183 pages avec 17 figures.

D^r^ L. Ribadeau-Dumas. — Les débuts de la Tuberculose pulmonaire. In-18 de 281 pages (*Bibliothèque des connaissances médicales*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

A. Scarpellini. — La coltura dei microrganismi avviamento alla tecnica microbiologica. Traduction italienne de l'ouvrage allemand de E. Küster. In-16 relié de 466 pages avec 31 figures. Ulrico Hœpli, éditeur, Galleria de Cristoforis, Milano. Prix : 18 lires 50.

G. Vittorio Villavecchia. — Dizionario di Merceologia e di Chimica applicata. *Quatrième édition.* Tomes II et III : Damiara-Mussena, Naftalina-Sera. Deux in 8 de 805 et 838 pages en 2 colonnes. Ulrico Hœpli éditeur, Milano. — Prix de chaque volume : 35 lires.

Le Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

I. INTRODUCTION

Par A. RATEAU
de l'Académie des Sciences

Dans ce numéro spécial de la *Revue Scientifique*, offert au grand public à propos de l'Exposition de la « Houille Blanche » qui vient de s'ouvrir à Grenoble, on s'est proposé de présenter l'état actuel de la technique et du développement des installations de puissance hydraulique, particulièrement en France, et ce travail a été confié aux spécialistes les plus qualifiés pour chacune des parties de ce sujet.

L'heure est opportune. Nous venons d'assister au cours des dernières années à une extension considérable de cette richesse permanente et on peut prévoir à coup sûr que le mouvement dans ce sens ira encore longtemps en s'accélérant; mais dans ce domaine nous ne verrons plus de ces perfectionnements qui bouleversent une industrie. Par des améliorations, dont quelques-unes sont récentes, nous savons aujourd'hui utiliser l'énergie hydraulique dans des machines que nous pouvons dire parfaites à tous points de vue et qui s'adaptent bien aux génératrices électriques. Leur souplesse est remarquable. Sur des chutes variant de quelques mètres à près de 2.000, on fait des turbines donnant jusqu'à plus de 50.000 chevaux, et il n'y aurait pas de difficultés à aller beaucoup plus loin encore si c'était utile. C'est donc une branche de l'art de l'ingénieur maintenant bien au point.

Dès la plus haute antiquité, les hommes ont eu tout naturellement l'idée d'utiliser les énergies qui s'offraient à eux le plus apparemment, c'est-à-dire celle du vent d'abord et celle des cours d'eau ensuite. On trouve des indications sur des roues hydrauliques, d'ailleurs bien rudimentaires, dans les écrits antérieurs à l'ère chrétienne. Pendant le moyen âge, et jusqu'à l'apparition de la machine à vapeur, ces engins furent mieux compris, et des installations furent faites pour les meules à blé. La plus remarquable assurément est celle des Moulins du Basacle sur la Garonne, près de Toulouse, décrite par Bélidor en 1737, où 25 roues hélices à axe vertical actionnaient autant de meules, et qui avait été conçue probablement d'après les idées de Borda.

Mais, il n'y a pas un siècle que l'on a découvert la vraie manière de capter avec le meilleur profit la force de l'eau. C'est à un grand inventeur, encore trop peu glorifié, Benoît Fourneyron, né à Saint-Étienne en 1802, que nous le devons. Ses premiers travaux à ce sujet remontent à 1827, et la turbine d'essai qu'il avait installée à Pont-sur-l'Ognon (Doubs) avait déjà un rendement de 80 %, très supérieur aux 15 à 25 % des Moulins du Basacle et des anciennes roues hydrauliques analogues. On connaît bien la turbine centrifuge Fourneyron, et son vannage, première conception d'un organe de réglage. Ce que l'on sait moins, c'est qu'il s'est occupé aussi de turbines centripètes ou axiales et qu'il a indiqué dans un brevet de 1855 le divergent amortisseur pour profiter de l'énergie restant dans l'eau qui s'échappe de la roue.

C'est Fourneyron qui a installé en 1837 à Saint-Blasien, dans la Forêt-Noire, des petites turbines de 31 cm. de diamètre, donnant 60 chevaux sur chute de 114 m. avec un rendement de plus de 80 %. Une merveille pour l'époque; on n'a guère fait mieux depuis.

Ainsi, par son génie, il a conçu la turbine hydraulique avec les caractères principaux que nous lui connaissons et il l'a, d'emblée, portée à un très haut point de perfection. Il est juste de reconnaître que notre compatriote a été le principal et le grand initiateur de la technique des turbines hydrauliques. Je suis heureux, pour ma part, de rendre l'hommage dû à ce grand Français, sorti le premier de la liste de la première promotion de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.

Au moment où nous célébrons la magnifique vitalité de cette branche de l'activité industrielle, n'oublions pas ceux qui nous ont montré la bonne voie.

De toutes les sources d'énergie dont nous savons actuellement tirer profit, celle de l'eau des fleuves, des rivières et des torrents est évidemment la plus intéressante, en ce sens qu'elle ne manquera jamais, tandis que d'après les calculs des géologues, nos réserves de combustibles viendront à épuisement, les houilles, dans quelques siècles, et les pétroles, dans quelques dizaines d'années seulement. Il convient donc d'économiser ces dernières et pour cela de s'adresser le plus possible aux chutes d'eau. Alors vient à l'esprit cette question : en admettant que toutes les chutes utilisables à la surface de la terre soient effectivement équipées de turbines,

Digitized by Google

obtiendrait-on assez de puissance pour se passer de toute autre source d'énergie? Pour autant qu'une appréciation de cette sorte soit susceptible de quelque valeur, on évalue à environ 250 millions de chevaux la puissance totale de l'énergie que donneraient ces installations (1). C'est probablement plus qu'il n'en faut pour les besoins actuels de l'industrie du monde entier. Mais, comme ceux-ci s'accroissent rapidement, on est conduit à penser que, dans un avenir peu éloigné, cette énorme puissance, si même les progrès des distributions d'électricité permettaient de la transporter au loin, à des milliers de kilomètres, ne serait pas suffisante.

En n'envisageant que la France, pourtant bien partagée à ce point de vue, voici quelques chiffres statistiques qui éclaireront nos idées. Je les donne en bref sans entrer dans les explications qui en préciseraient le sens exact.

On évalue à 8 millions de chevaux moyens la puissance que procureraient toutes nos chutes d'eau susceptibles d'aménagement sans frais d'installation prohibitifs. Sur cet ensemble, les usines à ce jour en fonction peuvent capter, d'après leur puissance maximum, environ 1.350.000 chevaux, et celles qui sont en construction donneront 450.000 chevaux, soit 1.800.000 chevaux au total; le champ est encore très large; il reste de beaux jours pour les constructeurs de turbines.

(1) A l'heure présente, un dixième à peu près de cette puissance est captée ou le sera quand les usines en construction seront achevées.

En regard de cette production prochaine ou possible, voyons les besoins. Les usines productrices d'électricité, thermiques ou hydrauliques, donnent une puissance utile actuelle de près de 5 millions de chevaux, les chemins de fer exigent environ 700.000 chevaux moyens, soit au moins 2 millions aux heures chargées. Qu'on y ajoute la puissance des moteurs d'ateliers encore très répandus, on arrive à près de 10 millions de chevaux, déjà plus que ne peut donner l'énergie hydraulique de notre pays. L'avenir, avenir bien éloigné de notre génération, il est vrai, serait donc bien sombre, si, dans les siècles prochains, la science ne parvenait pas à mettre à notre disposition, dans des conditions économiques acceptables, les autres sources connues d'énergie, vents, marées, vagues, radiation solaire, chaleur interne du globe, etc..., ou mieux des sources qu'aujourd'hui nous ne soupçonnons pas. Ses progrès toujours plus accélérés sont bien de nature à apaiser nos craintes. En tout cas, la conclusion de ce rapide examen de la situation se dégage nettement :

Installons le plus possible d'usines hydrauliques :

Économisons nos précieux combustibles;

Cultivons intensément la Science; favorisons par tous moyens les découvertes, les inventions et leur mise au point.

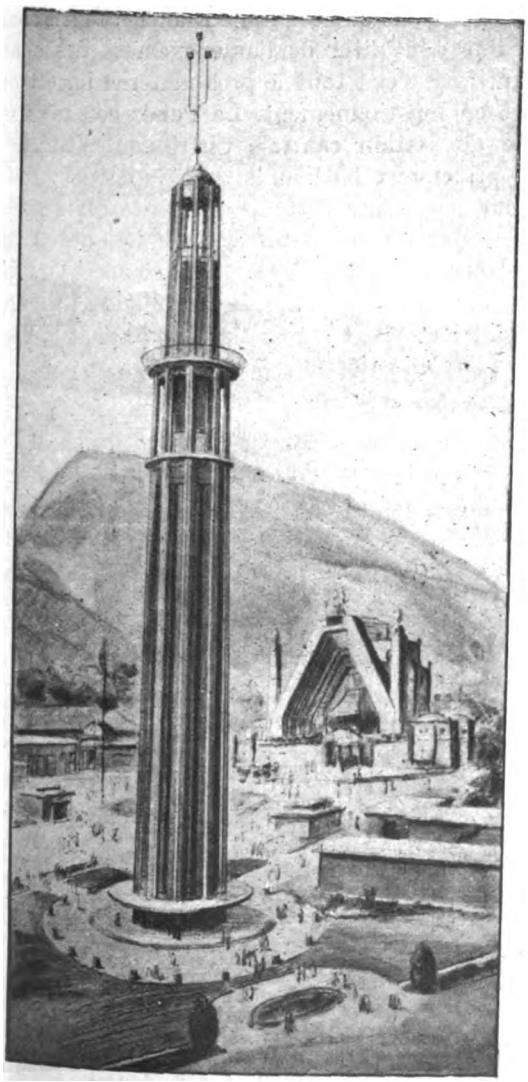
A. RATEAU,
de l'Académie des Sciences.

Digitized by Google

II. L'EXPOSITION DE LA HOUILLE BLANCHE A GRENOBLE

Par André Bloc,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'année 1925 marquera une belle époque dans l'histoire des hommes. Deux manifestations pacifiques d'une importance considérable, tiennent simultanément leurs assises, l'une à Paris, l'autre à Grenoble. Celle de Paris consacre la valeur de nos artistes et créateurs de modèles, c'est une exhibition gigantesque et fort réussie des arts décoratifs modernes. Celle de Grenoble marque le triomphe des savants et des ingénieurs sur les forces les plus redoutables de la Nature. Mieux que cela, leur génie a permis de domestiquer des forces rebelles et de les transformer en énergie féconde.



Cl. Sc. et Vie.

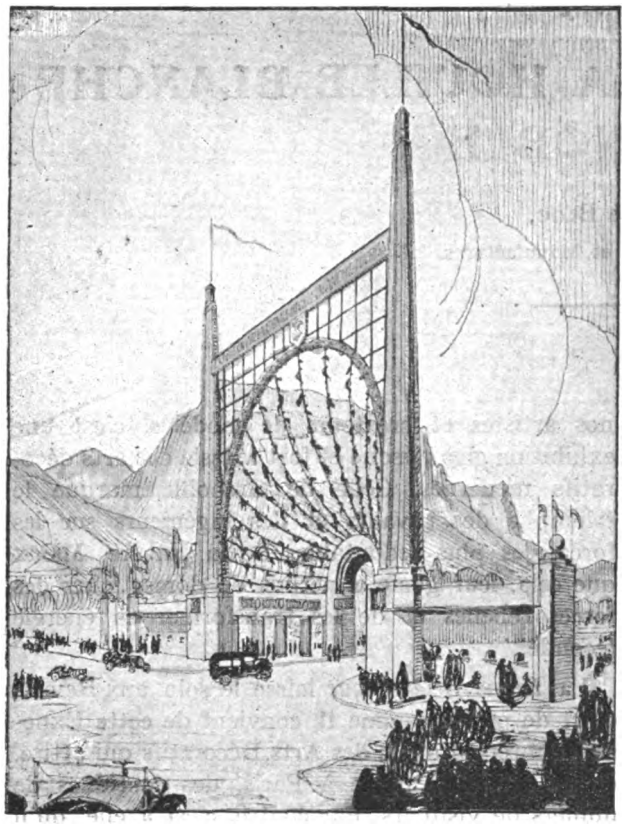
Fig. 201. — Tour d'orientation.

La *Revue Scientifique* laisse le soin aux Revues d'art de parler comme il convient de cette Exposition internationale des Arts Décoratifs qui attire, en ce moment même à Paris, des centaines de milliers de visiteurs. Par contre, c'est à elle qu'il appartient de faire une large place dans ses colonnes à la grande fête de la Houille Blanche qui se célèbre à Grenoble. Elle n'y a pas failli et elle a fait appel pour cela au concours des grands hydrauliciens français, à M. A. Rateau, membre de l'Institut, qui a bien voulu préparer ce numéro, à M. Denis Eydoux qui nous a puissamment aidé par sa connaissance admirable de la science hydraulique, à M. Dupin qui a été la cheville ouvrière de ce numéro, à MM. Jouguet, Foch, Monmerqué, etc., si justement estimés, et à d'autres encore que nos lecteurs apprécieront. Tous ces collaborateurs ont bien voulu présenter, à l'occasion de l'exposition de la Houille Blanche, un raccourci très précis de l'état actuel des industries hydrauliques.

Et maintenant, avant de leur céder la place, disons encore quelques mots du site, des édifices et des monuments qui constituent le cadre de l'Exposition de Grenoble.

Au pied de la chaîne neigeuse de Belledonne, un terrain militaire désaffecté a servi d'emplacement pour l'Exposition. Les frères Perret, qui ont acquis une grande réputation dans la construction moderne en béton armé, ont eu la charge d'édifier une tour d'orientation haute de 95 mètres. De puissants projecteurs ont été disposés à son sommet et, la nuit, balayent de leurs feux, non seulement tout le terrain de l'Exposition, mais encore la ville et ses abords. Un balcon, situé à 80 mètres de hauteur,

Digitized by Google



(Cl. Sc. et Vie.)

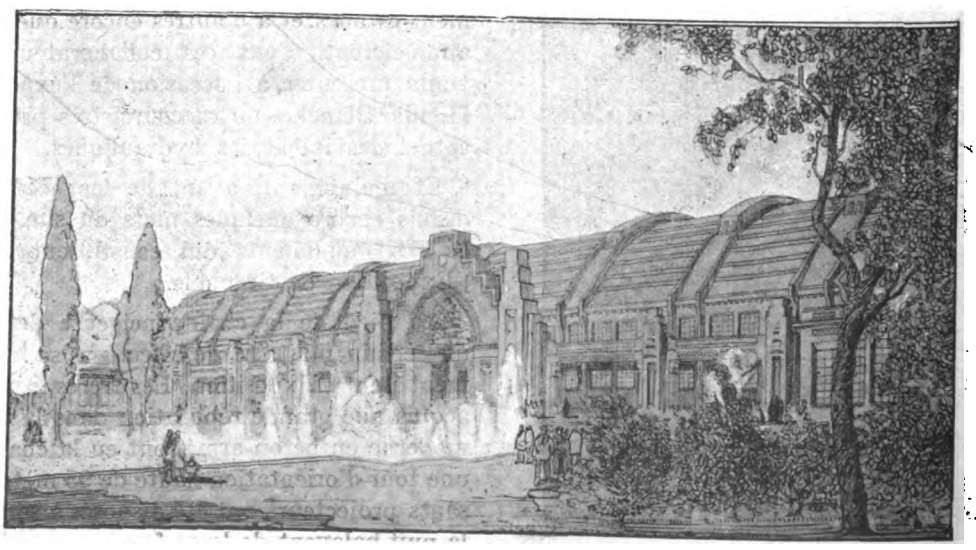
Fig. 202. — Porte d'entrée principale.

permet aux visiteurs d'emporter un souvenir impérissable de l'Exposition par le panorama magnifique qu'ils y découvrent. La balustrade de ce balcon supporte une table d'orientation annulaire, don du Touring-Club de France.

Le palais de la Houille Blanche, placé au milieu d'un décor de grands arbres et de parterres de fleurs, annonce sa destination par des fontaines lumineuses et des effets d'eau les plus variés, et les plus abondants. On jugera de leur importance quand on saura qu'un débit de 30.000 litres à la minute a été nécessaire pour le fonctionnement des appareils.

L'intérieur du bâtiment a été réservé à la présentation du gros matériel nécessaire à l'utilisation des chutes d'eau et à la production, le transport, la distribution, la mise en œuvre de l'électricité. Une rétrospective a trouvé place également au centre de ce palais. Les petites applications de l'électricité liées moins intimement à l'hydraulique ont fait l'objet d'une présentation spéciale dans un bâtiment indépendant. Les organisateurs de l'Exposition ont voulu que le matériel exposé n'apparaisse pas au public comme une chose inanimée. Pour que la leçon soit profitable, il faut que chaque visiteur puisse comprendre, après une visite au palais de la Houille Blanche, tout le parti que l'on peut tirer de l'aménagement des chutes d'eau. Pour cela, tout le gros matériel lui est présenté en fonctionnement. Le Palais constitue une sorte de station centrale distribuant l'électricité aux principaux bâtiments de l'Exposition. Enfin, chacun sait toute l'importance prise ces dernières années par les industries électrochimiques et électrométallurgiques qui se sont développées en même temps que les installations hydrauliques. Un emplacement important leur a été réservé dans le Palais de la Houille Blanche.

L'électrification des chemins de fer qui fait d'ailleurs l'objet d'un des articles de ce numéro a pris une très grande extension dans les régions situées à proximité des chutes d'eau. Un palais a été



(Cl. Sc. et Vie.)

Fig. 203. — Palais de la Houille Blanche.

Digitized by Google

(Cl. Sc. et Vie.)

Fig. 204. — Vue générale de l'Exposition de la houille blanche à Grenoble.

édifié spécialement pour le matériel ferroviaire et un faisceau de cinq voies parallèles a permis aux grandes Compagnies d'exposer des locomotives électriques ainsi que des séries de wagons aussi modernes que confortables.

Voilà pour ce qui concerne l'Exposition de la Houille Blanche proprement dite. Chacun sait que Grenoble est la capitale touristique des Alpes. Dans le but d'attirer à la ville un plus grand nombre de visiteurs, une deuxième section, consacrée au tourisme, a été adjointe à l'Exposition, mais nous ne la signalons que pour mémoire, les questions touristiques débordant un peu du cadre de cette revue et du programme de ce numéro.

André Bloc,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

III. GÉNÉRALITÉS

GÉNÉRALITÉS SUR LES SOURCES D'ÉNERGIE

Par A. Foch,
Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Quand on étudie l'évolution de la civilisation moderne, on est immédiatement frappé du développement toujours plus grand pris par la machine, avec, comme conséquence, des besoins d'énergie augmentant sans arrêt. Si l'on veut chiffrer l'accroissement de nos exigences, il suffit de se reporter à la production mondiale de houille, qui n'atteignait pas, en 1892, 500 millions de tonnes et qui, en 1913, a dépassé les 1250 millions. La consommation du pétrole a suivi une progression encore plus rapide au point même qu'apparaît à certains le moment où seront taries les réserves de naphte. Enfin, c'est à des millions de chevaux que se monte la puissance des usines hydrauliques installées pendant les trente dernières années.

Or, si on effectue le compte des besoins de chaque pays en énergie, si on évalue leur accroissement probable, et si on met en regard les disponibilités existantes ou à bref délai réalisables, on constate que l'augmentation de nos exigences tend à dépasser les possibilités de la production. Dès maintenant, se pose donc le problème d'obtenir l'énergie le plus économiquement possible, c'est-à-dire avec le moins de frais et surtout avec le moindre gaspillage. Mais dans cette dernière voie des progrès énormes sont à réaliser. De la puissance totale contenue dans le charbon, la cinquième partie s'en va, complètement perdue pour nous, dans les fumées de nos appareils de chauffage les plus perfectionnés ; le dixième seulement nous est rendu, sous forme d'énergie motrice, par les turbo-alternateurs les plus modernes. Pour diminuer cette dissipation effrénée, deux ordres de moyens s'offrent à nous :

Tout d'abord, la concentration de la production d'énergie en un petit nombre de puissantes Centrales permet d'obtenir des rendements meilleurs et des prix de revient nettement inférieurs à ceux que fourniraient des stations de plus faible importance. En effet, on peut employer, dans ces grandes installations, des combustibles tels que menus, poussiers

Digitized by Google

de charbon, déchets divers (1), dont la valeur marchande est très faible, parce qu'ils exigent pour être brûlés des dispositifs spéciaux sans lesquels ils risqueraient de rester inutilisés.

D'autre part les unités de grande puissance, qu'il s'agisse de chaudières, de machines à vapeur ou de générateurs électriques, ont un rendement nettement supérieur à celui des unités plus faibles. Les pertes par rayonnement d'une chaudière, du fait qu'elles sont proportionnelles à la surface extérieure, sont relativement moins importantes dans les installations à grande capacité. Par suite, pour les chaufferies alimentant des machines de plusieurs milliers de kilowatts, le bilan thermique sera plus favorable, toutes autres choses égales d'ailleurs, que dans les stations de moindre importance. De même un turbo-groupe de 10000 chevaux dépense, par kilowatt-heure produit, 20 % de moins que dix groupes de 1000 chevaux chacun. On peut apprécier les avantages réalisables dans cet ordre d'idées, en se rappelant que dans les grandes stations modernes convenablement équipées et parfaitement outillées, le kilowatt-heure ressort à moins de 1000 grammes de charbon consommé. En faisant entrer en ligne toutes les pertes dans la transformation et le transport, la dépense de combustible par kilowatt-heure livré au client est inférieure à 1300 grammes. Or, pour se procurer la même quantité d'énergie au moyen d'une station génératrice particulière, l'industriel en arrive souvent à consommer le double de charbon, compte tenu naturellement de ce qui est brûlé pendant les mises en pression et pendant les heures de repos, où les feux sont couverts. D'autre part les frais généraux de la grande centrale sont moindres, tant par suite de la diminution des dépenses de premier établissement (2) que par la possibilité d'utiliser un personnel réduit, par un développement bien compris de la manutention mécanique. Aussi voit-on la production individuelle disparaître peu à peu et laisser la place aux grands réseaux de distribution qui, alimentés par des centrales perfectionnées, augmentent sans cesse d'importance et étendent leur rayon d'action de jour en jour davantage.

Mais si l'augmentation du rendement global des installations thermiques permet de prolonger la durée des réserves de combustibles, cela ne doit pas faire oublier la précarité foncière de ces ressources. L'exploitation des mines de charbon paraît pouvoir être continuée relativement longtemps puisque les évaluations les plus vraisemblables fixent à plusieurs centaines d'années la durée des gisements connus. En revanche, les sources pétrolifères, actuellement exploitées, semblent ne plus être capables de suffire aux exigences qui doivent se manifester à bref délai : le développement de l'aviation, de l'automobile, l'accroissement de la chauffe au mazout réclament du naphte en quantités toujours plus grandes. On a dit que les Alliés voguèrent à la Victoire portés par des flots de pétrole. Aussi les peuples qui prétendent à la maîtrise économique du monde veulent-ils se réserver le précieux liquide, car les sources d'huile qui d'abord avaient paru inépuisables pourraient, dans un avenir peut-être très proche, être complètement taries. De telles éventualités exigent des mesures rapides.

L'amélioration du rendement des combustibles en énergie n'est d'ailleurs qu'un moyen de retarder la crise, sans pouvoir l'empêcher finalement. Il ne faut pas perdre de vue que c'est par quelques centièmes que se chiffrent les augmentations de rendement obtenues dans les installations les plus modernes. La turbine à vapeur n'est pas loin d'avoir atteint l'infranchissable limite que le principe de Carnot fixe aux machines de ce genre. Pour accroître de façon nette la durée de nos réserves de combustibles, il faudrait, pour le charbon, un progrès de même ordre que celui réalisé pour le pétrole par Diesel, avec peut-être d'ailleurs les mêmes conséquences ultimes : consommation augmentée en fin de compte et limitation inévitable à échéance encore plus brève.

C'est pourquoi il est nécessaire de recourir à d'autres sources d'énergie que l'on peut considérer comme pratiquement inépuisables, et qui, d'ailleurs, furent utilisées de tous temps, bien avant le pétrole, bien avant le charbon. Au premier temps, se place sans contredit la force hydraulique. En fait son emploi, depuis une vingtaine d'années, avait pris un développement considérable. Le progrès permis par son utilisation était si évident, que la guerre n'a fait que précipiter une évolution depuis longtemps inévitable. Les événements qui se sont déroulés depuis 1914 n'ont, il faut bien le noter, pas diminué sensiblement les ressources globales du monde. Les quelque vingt millions de tonnes correspondant à l'extraction des mines françaises détruites ne font pas la cinquantième partie de la production houillère de 1913. Ce que l'on a appelé la crise du charbon était l'aspect, qui frappait le plus le consommateur, de la raré-

(1) Il a été récemment monté dans une région oléïcole une organisation coopérative pour le traitement des huiles et matières grasses : les déchets d'olives, autrefois jetés ou utilisés comme engrais, sont brûlés dans une chaudière spéciale et produisent la vapeur destinée au chauffage des appareils d'extraction et à un turbo-alternateur de 360 kilowatts assurant le service de l'usine et l'éclairage de plusieurs villages voisins.

(2) En 1913, le kilowatt installé revenait en moyenne dans les Centrales à vapeur à 1500 francs pour les Centrales de 100 kilowatts et à 850 francs pour celles de 2000 kilowatts.

Digitized by Google

faction sur le marché libre de toutes les matières premières : la production mondiale, peu changée et même souvent accrue, de fer et de cuivre, de laine et de coton disparaissait sur les champs de bataille européens. Le charbon manquait, non pas que son extraction fût nettement déficitaire, mais parce qu'il était indispensable pour fondre les minerais, travailler les métaux, actionner les machines occupées exclusivement à préparer les combats. Dès que l'œuvre de destruction a pris fin, dès que la construction a été amorcée, immédiatement le charbon a été moins rare, et on a assisté en 1921 à ce paradoxe d'une France à la production houillère diminuée de moitié vendant du charbon à l'Angleterre paralysée par une grève. En fait, la guerre a causé un manque d'équilibre entre la demande du marché normal et l'offre : il a été impossible de réaliser les ressources avec la rapidité qui eût permis de pourvoir à tous les besoins. Et cette difficulté a eu pour résultat d'attirer l'attention sur le caractère précaire de nos réserves et sur leur limitation à prévoir dans un avenir relativement peu éloigné, lorsque nos besoins accrus sans cesse se trouveront en présence d'une extraction dont le maximum n'est peut-être pas loin d'être atteint.

En effet — et sous toutes réserves faites naturellement sur les gisements à découvrir dans les parties inexplorées du globe — les premières mines, et dans chaque mine les premières couches mises en exploitation, sont celles où l'extraction est la plus facile, ou, pour parler plus exactement, la moins onéreuse. Au fur et à mesure que les ressources s'épuisent, on sera amené à attaquer des bancs de plus en plus profonds et d'une exploitation de plus en plus difficile. En second lieu, si le développement du machinisme permet une amélioration considérable du rendement individuel de chaque mineur, il ne semble pas qu'il faille trop espérer de ce côté : d'une part, en effet, l'Amérique dont la production représente la moitié de l'extraction mondiale, a déjà beaucoup fait dans cette voie, réalisant ainsi les possibilités futures, et d'autre part des raisons d'ordre social, dues à la nature toute spéciale de la main-d'œuvre employée, aux difficultés du recrutement, aux longueurs du dressage, à la nécessité d'accorder la législation aux conditions particulières du travail souterrain interviennent toujours davantage dans le sens d'une diminution. Au contraire les forces hydrauliques assurent une production d'énergie indéfinie, sans aucune limitation dans le temps, autre que celle, discutable, qui résulterait, suivant certains géologues, de la disparition de l'eau à l'intérieur du globe terrestre. On a souvent dit qu'une nouvelle usine hydraulique équivaut à une mine de charbon inépuisable mise en exploitation. Le mot est saisissant, mais incomplet : il ne tient pas compte du fait important, qu'une fois la chute aménagée, la main-d'œuvre n'a plus à intervenir pour donner le produit qui doit fournir l'énergie ; un garde-vannes suffit pour envoyer l'eau motrice à l'usine hydraulique de 10000 chevaux, alors que le travail journalier de 200 mineurs arrive à grand'peine à alimenter en charbon la centrale thermique équivalente. De ce point de vue il est même intéressant de comparer les résultats que l'on obtient en consacrant une certaine quantité de main-d'œuvre soit à l'exploitation d'une mine de charbon, soit à l'aménagement des chutes d'eau.

Avant la guerre, on considérait comme financièrement faisable toute usine où le kilowatt installé revenait à moins de 1200 francs ; dans ce prix, la main-d'œuvre entrait pour un tiers environ. La puissance hydraulique qu'un ouvrier pouvait aménager annuellement était d'au moins 6 kilowatts, représentant pour une marche de 6000 heures par an, l'énergie développée par la combustion de 40 tonnes de charbon, environ le sixième de l'extraction d'un mineur pendant le même temps. Par suite, si on se place au point de vue purement théorique de l'utilisation d'une quantité déterminée de main-d'œuvre, on constate qu'en consacrant pendant six ans à l'aménagement d'une chute, le travail d'un ouvrier, on obtient le même résultat que par le travail indéfini d'un mineur attaché à une exploitation houillère. Et encore faut-il remarquer que la main-d'œuvre applicable à l'aménagement des chutes est loin d'être aussi spéciale que celle employée dans les mines de charbon. A mesure que se perfectionneront l'outillage et les moyens mécaniques employés dans les chantiers, le rendement des ouvriers employés à l'organisation des forces hydrauliques s'améliorera, augmentant les possibilités d'équipement rapide, permettant de prolonger la main-d'œuvre chère, limitée, difficile à recruter et à dresser, que l'on doit affecter à l'exploitation des mines de combustibles.

Il ne faut d'ailleurs pas s'illusionner sur le caractère plutôt spéculatif de la comparaison précédente. En fait, si la réalisation des forces hydrauliques ne peut s'effectuer qu'avec une certaine lenteur, si les moyens qu'il est possible d'y consacrer sont assez limités, la limitation est moins imputable au manque de main-d'œuvre ou de matériel qu'à la faiblesse des ressources financières susceptibles d'y être appliquées. Ainsi qu'on l'a fait remarquer, l'exploitation hydraulique a un caractère très spécial tout à fait analogue à l'exploitation immobilière. Elle exige de très gros capitaux qu'elle rémunère assez tard, relativement peu, mais de façon assez sûre. Pour fixer les idées par un exemple,

Digitized by Google

je citerai une société des Pyrénées qui, disposant au total d'une puissance moyenne de 10000 kilowatts, a dépensé pour l'aménagement de trois chutes et la construction des usines correspondantes dix millions (prix d'avant guerre). Pour transporter cette puissance dans les centres susceptibles de l'utiliser, elle a dû établir un réseau également d'une valeur de dix millions. Il s'est écoulé huit ans avant que les actionnaires pussent toucher un premier dividende de 6 % tout récemment porté à 7 %.

De telles perspectives sont loin de toucher l'actionnaire « moyen ». La trésorerie des sociétés de distribution est donc alimentée pour une bonne part au moyen d'obligations : or ce genre de valeurs admet un marché assez restreint et où joue la concurrence des titres au revenu garanti par l'État. C'est à cette difficulté de trouver les capitaux nécessaires qu'est pour la plus grande part dû le peu de développement actuel des utilisations de la houille blanche. En tout cas, et quelle qu'en soit la raison, les capitaux intéressés aux affaires de production d'énergie hydraulique ont été, tout au moins jusqu'à ces derniers temps, relativement restreints. Et c'est grâce aux avances financières de l'État français, qu'ont pu être aménagées quelques-unes des chutes récemment équipées.

Les capitaux sont trouvés, la chute aménagée. Il faut maintenant amener le client des centres d'utilisation à renoncer à sa machine à vapeur ou à son moteur à gaz pauvre. Or il est pour cela nécessaire de lui montrer les avantages qu'il y a pour lui à acheter l'énergie dont il a besoin à un réseau de distribution parfaitement outillé pour la produire économiquement. D'une part il faut arriver à vaincre sa routine, d'un autre côté il faut qu'il consente à abandonner le capital représenté par sa vieille machine et qu'il se décide à de nouvelles immobilisations pour se procurer les nouveaux moteurs. Un délai sera donc nécessaire pour que l'amélioration apportée par l'aménagement de l'énergie hydraulique fasse sentir ses effets. Mais cette amélioration s'accentuera sans cesse et nul doute que dans une vingtaine d'années on n'ait pu atteindre des résultats très importants, dont cependant la grandeur ne doit pas être exagérée.

Les chiffres suivants que j'emprunte à Steinmetz (1), vont préciser ce point.

En 1918, la consommation en charbon des États-Unis était d'environ 867 millions de tonnes. La chaleur de combustion d'un charbon moyen est d'environ 7500 calories-kilog correspondant à 31 millions de joules. Or, un kilowatt-heure vaut 3600000 joules ; par suite un kilowatt-an correspond pour une année de 8760 heures à 31,6 milliards de joules. En d'autres termes, l'énergie contenue sous forme thermique dans une tonne de charbon est sensiblement égale à l'énergie fournie par un kilowatt-an.

Mais les transformations de l'énergie thermique du combustible se font avec un rendement très faible. On peut compter que la moitié du charbon extrait aux États-Unis est utilisée à produire de la force motrice, le rendement de la conversion étant de l'ordre de 0,10 ; cette moitié fournirait donc 433 millions de kilowatts-an.

L'autre moitié est employée comme combustible par la métallurgie, les usages domestiques, etc. Le rendement varie entre 0,10 et 0,80, cette dernière valeur devant être considérée comme exceptionnelle ; la valeur moyenne, 0,40, serait assez près de la vérité. On retirerait donc de la seconde moitié 173 millions de kilowatt-an. Au total, des 867 millions de kilowatt-an contenus dans le charbon brûlé, on ne retirerait que 216 millions, soit seulement le quart.

Tels sont les besoins actuels des États-Unis. Déjà apparaît la nécessité de mettre fin aux pertes d'énergie, quelle que soit leur origine, ou tout au moins de limiter ces pertes le plus possible. Une utilisation parfaite assurerait aux réserves de combustible une durée au moins quatre fois plus grande. Ce n'est pas une chimère de penser que l'on peut arriver à doubler le rendement moyen des transformations, ce qui doublerait également la durée des réserves. En tout cas, il faut faire tout ce qui, dès maintenant, est susceptible d'épargner le charbon, car toute économie actuelle de combustible permet d'espérer un meilleur rendement ultérieur.

Or, voyons quel secours peuvent apporter les forces hydrauliques. Les mesures météorologiques donnent la quantité d'eau tombée sur une région déterminée de surface S. La hauteur moyenne de cette région au-dessus du niveau de la mer est également connue. On peut donc calculer l'énergie totale fournie par chaque goutte de pluie depuis le point où elle tombe jusqu'au niveau de la mer. On trouve ainsi que la chute totale de pluie sur la partie du continent Nord-Américain comprise entre les parallèles 30° et 50° de latitude nord représente 3×10^{18} kilogrammètres, soit 930 millions de kilowatt-an.

Mais toute cette énergie n'est pas disponible, car il ne resterait plus d'eau pour l'agriculture dans le sol. Et si même le continent Nord-Américain n'était qu'une vaste installation hydraulique, il y aurait des pertes par infiltration et par évaporation. On peut admettre que l'eau qui s'évapore et celle qu'exige l'agriculture représentent 60 % de l'eau totale : il ne reste déjà plus que 370 millions de kilowatt-an.

(1) Am. Inst. Electrical Engineering.

Digitized by Google

Et encore s'agit-il là d'une énergie brute. Nous devons compter avec les rendements en énergie des divers organes de transformation et de transport; les conduites, les turbines, les alternateurs, les lignes électriques, etc., dissipent environ 40 % de la puissance brute. En fait, l'énergie hydraulique que l'on pourrait obtenir dans un service de 24 heures par jour se réduirait à 220 millions de kilowatt-an, en supposant que chaque ruisselet soit, aussi bien que chaque fleuve, utilisé sur tout son parcours, en toute saison. Il n'y aurait plus dans le pays d'eau courante, mais seulement des lacs d'eau stagnante, reliés par des conduites chacun au bassin immédiatement inférieur. Or, une telle réalisation est impossible de toute évidence; il est absolument déraisonnable de songer à utiliser chaque goutte de pluie. Mais comme cette utilisation intégrale donnerait seulement 220 millions de kilowatt-an, quantité que déjà les États-Unis retirent du charbon à l'heure actuelle, une conclusion, en ce qui concerne les États-Unis, s'impose, inéluctable : « L'espoir souvent manifesté que, lorsque le charbon viendra à manquer, on pourra recourir à la puissance hydraulique n'est et ne sera jamais qu'un rêve. »

Voyons maintenant le cas de la France que nous allons étudier de façon un peu plus précise, ce qui permettra de fixer certains points perdus parfois de vue.

La pauvreté relative en combustible a nui au développement de son industrie et a maintenu une certaine proportion entre la population agricole et les effectifs industriels. D'autre part, c'est une contrée relativement riche en houille blanche. Les résultats trouvés seront donc certainement favorables à l'aménagement des forces hydrauliques.

La consommation totale de la France en charbon était en 1912 de 61 millions de tonnes environ se répartissant à peu près comme suit :

	Millions de tonnes
Métallurgie	11
Chemins de fer	10
Industrie des mines	5
Usines à gaz	4,5
Marine	1,2
Industries diverses	11,3
Consommation domestique	18
	61

Ce tableau nécessite diverses observations. Si la consommation des chemins de fer est presque exclusivement employée à la production de force motrice, le charbon qu'utilisent la métallurgie et les industries diverses satisfait des besoins d'énergie mécanique et d'énergie thermique, dans une proportion difficile à déterminer. Les services de mines utilisent le charbon surtout comme source de force motrice; mais le combustible qu'ils emploient est souvent constitué par des déchets de triage, de faible valeur, et inutilisables autrement qu'en des foyers spéciaux. De même la moitié du charbon qui entre dans les usines à gaz revient sous forme de coke à la consommation domestique et aux diverses industries, qui en utilisent le pouvoir calorifique. Il y aura lieu de tenir compte de tout cela quand il sera question d'effectuer une substitution de la houille blanche à la houille noire.

Si cette substitution est désirable pour la France, en raison de la différence entre sa production et sa consommation de combustible, il faut se garder à ce sujet de tout espoir chimérique; mais il faut avant tout effectuer les remplacements qui seront les plus fructueux.

Évaluons d'abord le déficit de la production française. En 1912, celle-ci se montait à environ 41 millions de tonnes. Le déficit était donc de 20 millions de tonnes. Il s'est nettement aggravé depuis, en raison d'une part de la destruction des principales houillères françaises (les mines détruites fournissaient environ la moitié de la production de notre pays); et d'autre part du retour à la mère patrie de l'Alsace-Lorraine, région très industrielle consommant beaucoup de charbon et ne possédant que de faibles ressources en combustibles. La question est de savoir dans quelle mesure les ressources hydrauliques peuvent combler ce déficit.

Nous verrons qu'on évalue à huit millions de kilowatts la puissance moyenne dont la France pourrait disposer après avoir réalisé le programme d'aménagement qui serait actuellement raisonnable. Si cette puissance était utilisée intégralement 8.000 heures par an, elle fournirait 64 milliards de kilowatt-heure. Tout revient donc à connaître l'équivalence pratique entre le kilowatt-heure et les calories formées par la combustion du charbon. J'insiste sur le mot pratique; en de telles matières, comme je l'ai déjà fait ressortir, ce n'est pas la conservation de l'énergie qui doit entrer en compte, mais seulement le coût ou plus exactement la valeur finale de cette énergie. Or, s'il s'agit, comme dans la sidérurgie, d'obtenir de la chaleur; un kilogramme de houille fournit environ 7500 calories-kilogramme (1) dont la presque totalité est utilisée soit dans les hauts fourneaux ou les fours, soit dans les divers récupérateurs. D'autre part, un kilowatt-heure fournit 0,24 × 3600, soit sensi-

(1) Je rappelle que la calorie-kilogramme ou grande calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 15 à 16° la température de un kilogramme d'eau.

Digitized by Google

blement 860 calories-kilogramme. Il faut donc un peu moins de 9 kilowatt-heure pour équivaloir à un kilogramme de charbon. Si on veut au contraire produire de la force motrice, c'est au minimum un kilogramme de houille et même deux qui deviendront nécessaires pour donner l'énergie que représente un kilowatt-heure. Suivant les emplois, on trouverait tous les taux d'équivalence intermédiaires. Si donc on utilisait les forces hydrauliques à la production de chaleur dans la grosse industrie métallurgique, le déficit de 1912 serait bien diminué de sept millions de tonnes, mais les deux tiers de ces déficit subsisteraient. Si on voulait au contraire faire de la force motrice, on pourrait obtenir l'équivalent d'au moins 120 millions de tonnes de charbon, bien plus par conséquent que nos besoins constatés en énergie mécanique (1).

La conclusion à tirer des considérations précédentes est très nette : même si d'autres raisons n'intervenaient pas dans le même sens, il n'y aurait pas à compter sur les forces hydrauliques pour remplacer totalement le charbon si celui-ci venait à faire défaut ; au contraire, si on choisit convenablement le genre d'applications où s'effectuera la substitution de la houille blanche à la houille noire, on peut compter non seulement parer au déficit existant dans la production française en combustibles, mais encore pouvoir prolonger sensiblement la durée de nos réserves, tout en satisfaisant à des besoins considérablement accrus.

Pour cela il faut évidemment que l'on bannisse le charbon de tous les emplois où l'énergie fournie par sa combustion n'est utilisée qu'avec un faible rendement. Tout d'abord pour la production de force motrice : des 21 millions de tonnes consommés par les chemins de fer et les industries diverses, les deux tiers sont brûlés dans les gazogènes, les moteurs à explosion ou les chaudières des machines à vapeur. La moitié au moins peut être remplacée par la houille blanche : la substitution intégrale n'est actuellement ni possible ni même désirable, car la locomotive à vapeur par exemple, possède l'immense avantage de se suffire à elle-même, de ne pas être à la merci d'un réseau de distribution qui, pour une raison quelconque, peut cesser brusquement de fournir l'indispensable énergie. En tenant compte de toutes les pertes possibles, dix milliards de kilowatt-heures pourraient remplacer dix millions de tonnes de charbon.

De même les foyers, généralement utilisés pour le chauffage et la cuisine domestique, ne restituent qu'une faible partie de la puissance contenue dans les combustibles. Plus des quatre cinquièmes disparaissent, emportés dans les fumées, ou dissipées par le rayonnement. Et il s'agit là généralement de combustibles de choix, d'allumage facile et dont le triage exige une main-d'œuvre relativement grande. Le développement du chauffage électrique doit, là aussi, assurer une réduction vraiment importante dans la consommation du charbon. L'expérience a été faite à plusieurs reprises depuis la guerre : dans une installation de chauffage central, où le combustible est utilisé avec un rendement au moins égal à 0,30, l'emploi de chaudières chauffées électriquement par du courant de nuit — ce qui exige des dispositifs d'accumulation et entraîne par suite des pertes importantes — a permis de remplacer un kilogramme de charbon par moins de quatre kilowatt-heures. Et il s'agit là d'un exemple particulièrement défavorable à l'énergie électrique. Il suffirait donc de moins de 36 millions de kilowatt-heures pour économiser la moitié du charbon employé dans les foyers de cuisine ou des appareils de chauffage individuels. Le déficit français serait pratiquement comblé et il resterait plus de 20 milliards de kilowatt-heures, soit près de 3 millions et demi de chevaux permanents, pour les usages industriels auxquels a été jusqu'à présent réservée la force hydraulique (éclairage, électrochimie) et pour tous les besoins insoupçonnés encore.

Or, c'est un programme d'aménagement dont l'exécution n'est nullement chimérique, puisque dix ans doivent suffire à en réaliser plus de la moitié. Si la houille blanche ne s'était pas développée jusqu'en 1914, c'était surtout faute de moyens financiers et, on doit le dire aussi, par suite d'une législation défectueuse qui décourageait beaucoup de bonnes volontés. Les conséquences de cet état de choses furent graves. Les forces hydrauliques auraient pu, à certains moments de la guerre, apporter un concours particulièrement précieux. De ce point de vue, il est suggestif de citer quelques chiffres.

Le projet Blondel, Harlé et Mahl, pour l'aménagement de Haut-Rhône, était évalué avant la guerre à 150 millions. Son exécution aurait pu fournir 1300 millions de kilowatt-heures au départ, soit environ un milliard de kilowatt-heures à l'arrivée aux points d'utilisation.

(1) Les chiffres précédents permettent de fixer la grandeur du gaspillage d'énergie auquel nous nous livrons dans les machines thermiques actuelles. Sous une forme peut-être plus frappante encore, on peut remarquer qu'en brûlant 2 kilogrammes de charbon à 7.500 calories pour obtenir un kilowatt-heure, nous perdons :

$$15.000\text{-}860 = 14.140 \text{ calories : kg.}$$

équivalant à plus de 6 millions de kilogrammètres : l'énergie ainsi gaspillée lors de la combustion d'un kilogramme de charbon serait suffisante pour élever de 3000 mètres une masse de plus d'une tonne.

Digitized by Google

Le service du capital — intérêts et amortissements — les prix d'exploitation étaient évalués au total à 2,6 millions de francs, correspondant à un prix de vente de 26 centimes le kilowatt. Si le projet avait été exécuté avant 1914 et si on avait vendu pendant la guerre le kilowatt-heure 0 fr. 07 seulement, c'est-à-dire un prix très inférieur au prix de revient du kilowatt-heure thermique (0 fr. 15 — prix de 1914 — dans les centrales les mieux organisées), on aurait réalisé par an une recette supplémentaire de 44 millions, qui auraient permis de récupérer en moins de quatre ans le capital engagé dans l'affaire. Les consommateurs auraient bénéficié de prix particulièrement avantageux. Et notre pays aurait évité l'importation annuelle d'au moins un million de tonnes de charbon, qu'il a fallu faire venir de l'étranger, immobilisant ainsi un tonnage notable et exportant un numéraire précieux.

En de telles matières il ne faut donc pas hésiter à voir de haut et de loin. Si on ne peut compter utiliser intégralement toute l'énergie hydraulique, s'il est vraisemblable que les besoins ne se maintiendront pas au niveau actuel, et continueront dans l'avenir leur marche ascendante, si par suite l'énergie des chutes d'eau ne saurait en aucune façon être considérée comme capable de parer à toutes les nécessités futures, la houille blanche sera néanmoins d'un puissant secours pour rétablir l'équilibre entre les ressources et les besoins. Tout au moins elle permettra d'attendre le jour où l'homme pourra disposer de nouvelles sources d'énergie, à quoi il devra faire appel quand, les réserves de combustibles épuisées, il ne pourra plus demander à une terre appauvrie les moyens de satisfaire à des exigences continuellement augmentées.

A. Foch,
Professeur à la Faculté
des Sciences de Bordeaux.

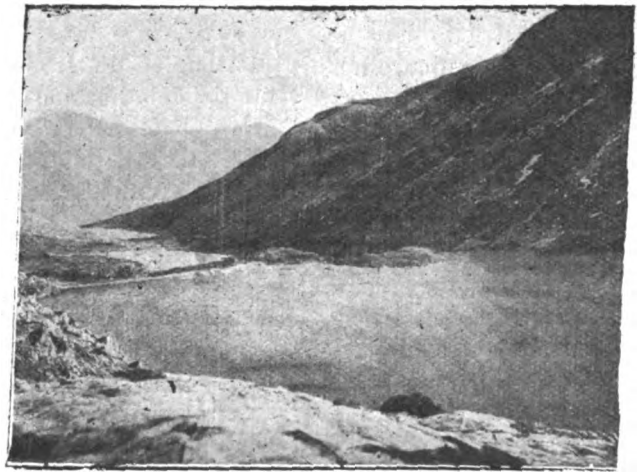


Fig. 205. — Un réservoir d'énergie hydraulique à Auzat.
Au premier plan, Étang Majou; au fond les Escales.

Digitized by Google

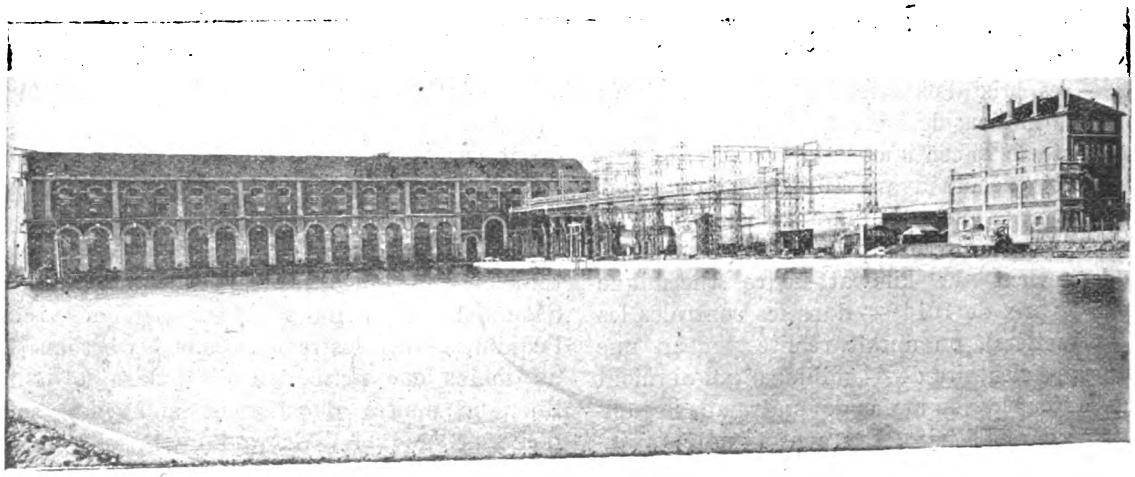


FIG. 206. — Vue d'ensemble, prise d'aval, de l'usine de Beaumont-Monteux, du poste de transformation et de l'habitation du chef de l'usine.

LE PROBLÈME FINANCIER DE LA HOUILLE BLANCHE

Par G. TOCHON,

Secrétaire général de la Société hydrotechnique de France.

A. — Exposé général.

1. — Le champ d'action de l'électricité, dans la vie économique des peuples, apparaît aujourd'hui sans limite : la lumière et la force motrice, sans attendre d'avoir achevé la conquête des grands centres, débordent dans les campagnes. Après les tramways, ce sont les chemins de fer d'intérêt général qui hâtent leur électrification. De leur côté, l'aluminium, les ferros, le carbure de calcium voient croître, depuis deux ans surtout, avec leurs débouchés, leurs besoins en énergie électrique. Bref, la consommation annuelle du kilowatt-heure enfle en de telles proportions que déjà, dans certaines industries et dans certaines régions, l'insuffisance des sources d'énergie cause la plus vive appréhension.

2. — Car, il faut bien le dire, l'accroissement des moyens de production et de transport d'énergie électrique est resté, en France, au cours de ces dernières années, bien au-dessous de ce que l'on pouvait raisonnablement espérer, en tenant compte de la courbe suivie par la demande, sitôt après la légère dépression qui marqua la fin des hostilités. Nous rechercherons plus loin les causes de ce ralentissement. Notons, pour l'instant, que ses conséquences n'en ont pas toutes été regrettables : pour faire face, malgré tout, à une demande toujours plus exigeante, les entreprises de production et de distribution d'énergie voisines ont dû prendre contact et conclure des accords en vue de la meilleure utilisation et du transport de leur énergie. Cet essai de coordination n'était pas superflu après l'effort chaotique qui a caractérisé la période de guerre. C'est à lui que nous devons, principalement, ces ententes collectives visant à tirer le meilleur parti de sources d'énergie de puissance et de qualité diverses en vue d'obtenir, à moins de frais, le rendement optimum de l'ensemble de l'installation. L'association plus intime et plus raisonnée de la houille blanche et de la houille noire, par la création de stations thermiques puissantes et pourvues des derniers perfectionnements, à côté des centrales hydrauliques dont elles assurent une utilisation plus complète, est due, pour partie tout au moins, aux mêmes causes.

3. — Mais le rendement qu'il est possible d'obtenir d'un meilleur aménagement des sources de production et des moyens de transport d'énergie électrique actuellement existants a des limites qui semblent bien près d'être atteintes. D'autre part, la construction de puissantes thermiques dont l'objet principal est de tirer la quintessence des chutes d'eau ne peut et ne doit être qu'un moyen d'utiliser plus complètement les ressources du pays en énergie hydraulique. En d'autres termes, dans

Digitized by Google

l'intérêt général, si l'on veut obtenir l'électricité au prix le plus bas, il est indispensable de doser judicieusement les proportions de houille noire et de houille blanche auxquelles on fera appel de manière à assurer l'utilisation la plus complète du matériel de production et de transport.

Or, cet équilibre nécessaire entre les deux sources d'énergie risque d'être faussé si les Sociétés de production et de transport ne sont pas en mesure de reprendre et de mener à bien les projets d'équipement de chutes qu'elles ont depuis longtemps conçus.

La présente étude n'a d'autre but que de rechercher les causes de leur apparente inertie et les moyens d'y remédier.

B. — D'où vient le ralentissement dans l'aménagement des chutes d'eau.

4. — Avant la guerre, les chutes d'eau étaient aménagées ou bien par des Sociétés qui comptaient absorber, pour leurs besoins spéciaux (traction, fabrications électrochimiques ou électrométallurgiques), la totalité de l'énergie produite, ou bien par des producteurs revendeurs qui livraient au public, après l'avoir plus ou moins mélangée au courant d'origine thermique, l'énergie en provenant. Les liaisons entre usines ou Sociétés de même catégorie ou de catégories différentes étaient l'exception. Les progrès de la technique aidant, nous avons vu que, pour éviter de coûteuses installations, ces jonctions entre Centrales sont devenues la règle. Aujourd'hui, Compagnies de chemins de fer, Sociétés d'électrochimie et d'électrométallurgie, Sociétés de distribution au public unissent fréquemment leurs moyens de production et de transport dans le but d'augmenter le rendement de leurs installations. Nous envisagerons principalement, dans les lignes qui vont suivre, les Sociétés de production, de transport et de vente au public de l'énergie, dont le rôle, dans l'électrification du pays, doit être prépondérant. Par l'entr'aide de leurs moyens de production d'origines diverses qu'elles peuvent appliquer à la desserte de besoins extrêmement variés (lumière, force motrice, traction, fabrications spéciales) ces entreprises sont parfaitement outillées pour mettre à la disposition des particuliers et de l'industrie, au prix le plus bas, toute l'énergie dont ils peuvent avoir besoin.

5. — Avant d'étudier les causes du ralentissement dans l'aménagement des chutes d'eau, il est indispensable de bien marquer en quoi la contexture et la gestion financières des entreprises de production, de transport et de distribution présente des traits originaux susceptibles d'influencer, en bien ou en mal, l'épargne publique.

a) Les Sociétés de production, de transport ou de distribution d'énergie, ont pour objet principal la construction, pour le compte de collectivités publiques (État, communes), d'un ensemble d'installations (usines hydrauliques, réseau de transport et de distribution) dont elles conservent l'exploitation pendant le temps jugé suffisant pour leur permettre de récupérer l'avance qu'elles ont consentie en réglant les entrepreneurs sitôt après l'achèvement des travaux. Les ouvrages ainsi concédés ne sont la propriété de l'entreprise que pour la durée de la concession. Ils sont, en fait, déjà sortis du patrimoine social le jour de leur inscription à l'actif du bilan, où ils ne figurent que pour montrer l'emploi qui a été fait des fonds confiés à la Société concessionnaire. Certes, il n'y a pas que cela dans l'actif de ces Sociétés : il y a aussi un domaine privé qui n'est pas négligeable (usines thermiques, réseaux autorisés, participations, etc.) et qui, convenablement amorti, représentera en fin de concession, une masse à partager égale à la valeur pour laquelle elle figure au bilan. Mais le gage le plus substantiel du créancier est indubitablement mesuré par la capacité de production et de vente de l'entreprise, la recette nette par unité d'énergie vendue, le tout multiplié par le nombre d'années de jouissance fixé au cahier des charges. En résumé, les entreprises qui nous occupent immobilisent pour une longue période de temps leurs capitaux propres ou d'emprunt. Les marchandises en cours de fabrication, les stocks de matières premières ou de produits finis, qui tiennent tant de place dans le bilan des entreprises industrielles, sont absents des postes d'actif de ces Sociétés. Seuls subsistent des comptes « matériel », « mobilier » ou « approvisionnements » pour les besoins de la production. On conçoit, dans ces conditions, que ces entreprises recourent, pour la plus grande partie des capitaux qui leur sont nécessaires, à lemprunt dont l'amortissement, automatiquement réglé, compense la dépréciation de valeur subie par l'actif dépendant de la concession au fur et à mesure qu'on s'approche du terme fixé par le contrat passé avec l'autorité concédante. On comprend, en outre, que le véritable gage du prêteur ne réside pas dans les ouvrages construits pour le compte de l'État ou des communes, mais dans le rendement net qu'il sera possible de tirer, pendant un nombre déterminé d'années, de ces installations.

b) Ce gage paraît devoir donner aux bailleurs de fonds toutes les garanties désirables. Il repose d'abord sur l'engagement formel d'une collectivité publique qui autorise le concessionnaire à percevoir, pendant quelques années, une taxe déterminée

Digitized by Google

sur tous les usagers qui se présenteront. Or ces usagers sont nombreux et fidèles. Sans doute, il faut prévoir, pour une entreprise nouvelle, une fois les ouvrages construits, une période de mise en train plus ou moins laborieuse. Mais le client trouvé est définitivement conquis. D'autres se présenteront qui demanderont leur part. A ce moment, les recettes seront au maximum, les dépenses auront crû dans une proportion moindre. Vers la trentième ou quarantième année d'exploitation, les obligations seront amorties et, déchargées de ce lourd fardeau, les actionnaires connaîtront assez rapidement les fructueux dividendes.

6. — Il n'en a pas toujours été ainsi en pratique et nous allons maintenant pouvoir discerner la

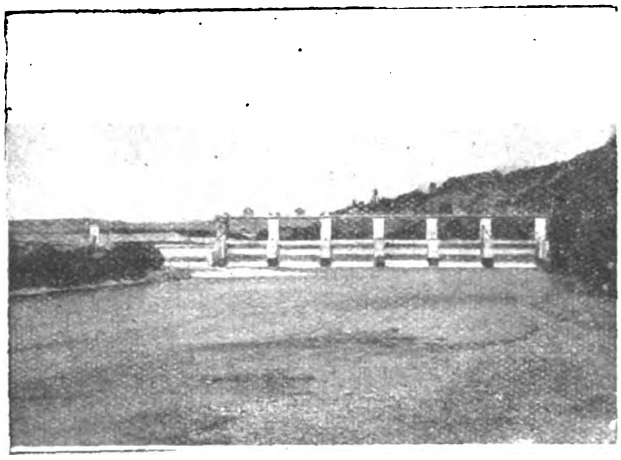


Fig. 207. — Vue d'ensemble prise d'amont du barrage de l'usine de Beaumont-Monteux.

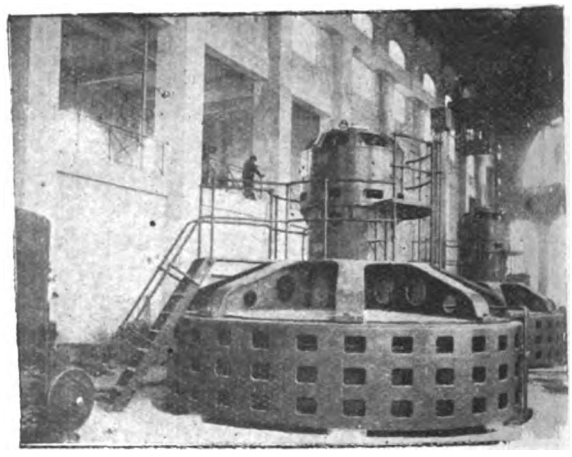


Fig. 208. — Vue d'un alternateur.

cause du malaise précédemment défini. Et d'abord, rares sont parmi les Sociétés qui nous occupent, celles qui ont pu ou voulu borner leur effort à la concession d'une seule usine ou d'un seul réseau. La clientèle appelle la clientèle. L'effort même du recrutement dépasse vite les moyens de production. Sitôt la mise en train d'une tranche de travaux terminée, et même avant que l'on soit arrivé à la période de rendement, il faut, pour répondre à la demande, créer de nouvelles sources d'énergie et de nouveaux réseaux de transport. Autrement dit, en présence d'un nombre croissant d'usagers, la Société ne dispose que d'une quantité limitée d'énergie correspondant à une tranche déterminée de travaux. Mais elle est prise dans l'engrenage : à moins de déclarer forfait et de laisser des concurrents s'installer dans sa zone d'action, elle doit solliciter l'épargne, faire appel à ses actionnaires pour accroître sa production. Or, il s'agit d'efforts colossaux qui épuisent rapidement la résistance des organismes les mieux constitués. Un commerçant, un constructeur de matériel, peut augmenter assez rapidement son mouvement d'affaires, sans nouvelles émissions. C'est une question de trésorerie et de crédits à court terme. La Société de production de transport et de distribution d'énergie doit, au contraire, pour faire face aux mêmes nécessités, procéder par immobilisations massives, à longue échéance, qu'un prélèvement sur ses recettes ou même l'appui des banques amies ne saurait lui garantir.

En second lieu, si elle n'a pas la liberté de mesurer l'énergie qu'elle doit mettre à la disposition des usagers, la Société de production, de transport et de distribution d'énergie n'est pas maîtresse absolue de ses prix de vente au public, du moins pour le courant provenant des usines ou véhiculé par des réseaux concédés. Avant 1919, elle devait s'engager à ne pas dépasser un plafond invariable, dit tarif maximum, en dessous duquel elle avait toute liberté de se mouvoir. La baisse du franc qui a marqué la fin de la solidarité interalliée en matière de change et s'est traduite par une hausse corrélative des frais généraux, du charbon, de la main-d'œuvre, des matières consommables, de l'entretien et du renouvellement du matériel, aurait provoqué des catastrophes s'il n'y avait pas été porté remède. Des négociations engagées alors avec l'Administration sortit l'index économique qui ajoute chaque trimestre un terme correctif au tarif maximum de base suivant les cours du charbon et le taux des salaires.

Ainsi donc, les conditions réelles d'existence des Sociétés de production, de transport et de distribution d'énergie ne ressemblent que de très loin à celles que nous avons imaginées d'après l'exemple théorique précédemment choisi : l'entreprise de tout à l'heure avait un objectif limité. Après la période d'établissement et de mise en train, sitôt la puissance placée, les bénéfices allaient crois-

Digitized by Google

sants au fur et à mesure que diminuait la dette obligataire. Les tarifs de vente étaient librement fixés par l'entreprise sous réserve de ne pas dépasser un plafond assez élevé.

En fait, les Sociétés qui nous occupent, subissent plutôt qu'elles ne les fixent, les trois termes qui font la valeur du gage offert au bailleur de fonds : la durée de la concession est imposée par l'autorité concédante ; les moyens de production, de transport et de distribution dépendent plus de la demande de la clientèle que de la volonté de l'exploitant. Quant au tarif, il suit les variations de la valeur d'achat intérieur du franc et nous verrons tout à l'heure, que ce n'est pas précisément une garantie contre tous les risques qui peuvent survenir, à moins de convenir dès maintenant qu'en aucun cas le bénéfice brut ne pourra être inférieur à la charge obligataire.

7. — Nous pouvons dès lors entrevoir avec quelque précision les causes réelles du ralentissement dans l'aménagement des chutes d'eau. On a tout ramené à la hausse des prix et du taux de l'intérêt qui grèveraient les Sociétés de charges insupportables. Explication un peu sommaire surtout depuis que fonctionne l'index, puisque la recette s'élève dans la mesure où la valeur intérieure du franc baisse. En réalité, ce n'est pas tant l'énormité de la dépense évaluée en francs papier qui effraye les Sociétés dont nous nous occupons et ralentit leur effort que l'incertitude sur l'avenir même de la monnaie nationale. Et c'est aussi ce qui rend prudent leurs bailleurs de fonds. Mais n'anticipons pas et procédons par ordre. Ces bailleurs de fonds appartiennent à deux classes, les actionnaires et les obligataires. Nous négligerons, pour ne pas alourdir notre exposé, les fournisseurs et les banquiers qui ne font du reste que des avances à court terme.

a) Les actionnaires. — On a dit que les titres des Sociétés de production, de transport et de distribution d'énergie intéressent surtout une catégorie spéciale d'épargnants : celle qui préfère un rendement peu élevé, mais exempt de grandes variations, à la perspective de gains illimités mais aléatoires. Cela est vrai. Mais il ne faudrait pas cependant conclure de là que les actionnaires des Sociétés qui nous occupent soient éternellement résignés à une honnête médiocrité. Ils ont patienté lors de la période d'établissement et de mise en train de l'affaire dans l'espoir qu'un jour viendrait où, le compte d'établissement clos, s'ouvrirait la période de rendement normal, laquelle, d'après leurs prévisions, devait coïncider avec le placement de l'énergie de la tranche des travaux pour laquelle ils avaient souscrit. Or, il se trouve que dans beaucoup d'entreprises les plus puissantes, les plus solides, les mieux dirigées, cet espoir s'évanouit au moment même où l'on croit qu'il va se réaliser. La phase de mise en train d'une tranche d'immobilisations est à peine achevée que la Société entreprend de nouveaux travaux et augmente d'un quart, d'un tiers ou plus le nombre des parties prenantes aux bénéfices. L'augmentation du taux du dividende est ajournée de plusieurs années. Cette attente constamment déçue crée à la longue une lassitude compréhensible.

Toutefois, cette cause de désaffection n'est ni la seule, ni la plus inquiétante. Les Sociétés hydro-électriques garderont une clientèle fidèle, convaincue du bel avenir de la houille blanche et résignée à voir encore grossir pendant quelques années le flot ininterrompu des émissions si un autre nuage, autrement menaçant, n'apparaissait à l'horizon. Et nous touchons ici à l'un des aspects les plus angoissants de ce que nous avons appelé le problème financier de la houille blanche : nous voulons parler de la crainte d'un relèvement rapide et durable de notre monnaie. Le concessionnaire de chutes d'eau ou de réseaux de transport s'engage pour trente, quarante ou soixante-quinze ans. Chaque fois que, talonné par la nécessité, il entreprend l'exécution de nouveaux ouvrages, il s'adresse, pour une bonne part, à des prêteurs qui lui font l'avance de la dépense d'établissement et reçoivent une reconnaissance de dette libellée en francs papier. Le contrat passé avec les obligataires est avantageux pour le concessionnaire tant que la valeur du franc est au plus égale à celle du jour où a été contracté l'emprunt. Dans le cas contraire, par le jeu de l'index, automatiquement, le montant nominal de la recette brute baissera. Certes, les frais généraux, les dépenses de charbon et les salaires, les matières consommables, les frais d'entretien et de renouvellement du matériel se trouveront réduits dans une même proportion, mais le montant nominal des annuités de l'emprunt ne variant pas, il est à redouter que la différence entre la recette et la dépense suffise à peine à y faire face. Certes, les Sociétés de production de transport et de distribution d'énergie ne seront pas seules directement frappées par la tourmente. D'autres en pâtiront. Mais les entreprises qui nous occupent seront particulièrement atteintes parce que leur proportion d'immobilisations par rapport au capital est plus considérable et aussi parce que la hausse du franc agira brutalement sur la recette pour la ramener à la valeur de la monnaie, tandis que les Sociétés industrielles ou commerciales, libres de leurs prix de vente, pourront plus facilement résister à la brusque valorisation de la devise. Il n'est pas besoin de dire que dans ce cas, à supposer que l'entreprise tienne le coup, les

Digitized by Google

actionnaires verront leurs dividendes réduits à peu de chose.

b) *Les obligataires.* — C'est la perspective exactement inverse de celle que nous venons d'examiner qui rend les prêteurs à long terme plus circonspects. Les rentiers ont été les grandes victimes de la chute de la devise. Classe dolente, respectueuse de l'ordre, un peu fataliste, elle abandonne tous les jours à l'État et aux producteurs des parcelles du capital qu'elle a mis tant de peine à amasser. Nous avons fait le calcul de la perte subie depuis 1913 par un porteur d'obligations d'une des plus solides Sociétés de production et de distribution d'énergie de France. Le titre de 500 francs a été acheté en 1913, 485 francs. Il vaut aujourd'hui 300 francs. D'où une perte brute de 185 francs que les intérêts touchés au cours de ces dix dernières années (200 francs), si l'on tient compte de l'impôt, n'arrivent pas à compenser. Pour être moins élevé, le déchet des obligations émises à une date récente, n'en est pas moins impressionnant. Une obligation solidement garantie émise par une Société Hydroélectrique il y a un an, au cours de 492 fr. 50 vaut aujourd'hui 440 francs. D'où une perte en capital de 52 fr. 50 alors que l'intérêt annuel brut ne dépasse pas 35 francs.

Et il ne s'agit là que de variations du nominal. Si nous tenions compte du fait que, depuis 1913, le pouvoir d'achat du franc a été ramené de 1 franc à 0 fr. 20 ou 0 fr. 26, et que les impôts ont augmenté au point d'absorber 33 % du montant du coupon, si les Chambres adoptent les propositions du Ministre des Finances, l'opération se traduirait, pour le prêteur, par une perte effroyable.

On comprend, dès lors, sans peine que l'épargnant hésite à risquer ses disponibilités dans des opérations de longue durée aussi aléatoires. Pour le tenter, les Sociétés, qui ne font du reste en cela qu'imiter l'État, renchérissent sur les taux d'intérêt et d'émission. Les intermédiaires augmentent leurs exigences dans la même proportion si bien que, pour obtenir péniblement 430 ou 440 francs d'argent frais, l'entreprise est obligée de signer une reconnaissance de dette de 500 francs au taux de 7 ou 8%, impôts à sa charge.

8. — Pour nous résumer sur ce point, nous dirons que les causes financières du ralentissement dans l'aménagement des chutes d'eau proviennent :

a) De la lassitude des actionnaires résultant de l'ajournement prolongé des dividendes normaux qui doivent compenser la longue attente consécutive à la période d'établissement et de mise en train de ces sortes d'entreprises.

b) De l'incertitude où l'on se trouve présentement en ce qui concerne la politique des pouvoirs publics au sujet de notre monnaie et qui se manifeste, pour les actionnaires, par la crainte d'un relèvement durable du franc, pour les obligataires par l'appréhension d'une baisse persistante et continue de notre devise.

Cet état d'esprit se traduit, dans les faits, par la surenchère la plus décourageante et la plus dangereuse entre les collectivités et les Sociétés privées qui font appel à l'épargne touchant les avantages à consentir aux prêteurs et leurs intermédiaires et par une hésitation naturelle des conseils d'Administration à se lancer dans des travaux de grande envergure.

C. — Des remèdes.

9. — Or, en dépit de tous les expédients auxquels on a eu recours jusqu'ici pour éviter le plus possible l'appel à l'épargne, le moment est venu de revenir à l'aménagement intensif des chutes dont l'équipement demande, en général, trois ou quatre ans. Il le faut, parce que nous disposons de houille blanche en abondance à l'intérieur de nos frontières alors que nous sommes pauvres en charbon. Il le faut, parce que c'est encore en tirant parti d'une « matière première » nationale que nous aurons l'énergie à meilleur compte.

Comment faire disparaître les obstacles d'ordre financier qui s'opposent à la réalisation de ce programme. C'est ce qui nous reste à rechercher. Notons que les motifs de répugnance que peut éprouver le bailleur de fonds à confier ses capitaux aux Sociétés de production de transport et de distribution d'énergie ont leur origine d'une part dans un vice de constitution interne de ces Sociétés prises dans un engrenage fatal et, d'autre part, dans le régime d'instabilité que nous vaut l'inachèvement de la paix, régime favorable à la spéculation mais peu compatible avec le fonctionnement des entreprises à lointain objectif. Nous tiendrons compte de ces deux ordres de considérations dans l'examen des remèdes qui va suivre.

10. — Il en est un qui vient tout naturellement à l'esprit. Les usines hydrauliques et les réseaux concédés sont construits pour le compte des collectivités publiques : État, communes. Si l'épargne refuse d'aider les concessionnaires ou se montre trop exigeante à leur égard, il appartient aux bénéficiaires du travail d'avancer une partie des fonds. Un premier remède consistera donc dans des subventions ou des avances de l'État ou des communes, soit à fonds perdus, soit à des conditions avantageuses.

Cependant, nous croyons que cette manière de

Digitized by Google

faire présenterait plus d'inconvénients que d'avantages. On est bien obligé d'y avoir recours lorsque l'ouvrage projeté, quoiqu'on fasse, n'est pas rentable par lui-même, comme par exemple, en matière de réseaux ruraux de distribution d'énergie. Mais quand il s'agit simplement d'aider le concessionnaire à se procurer le capital dont il a besoin pour une affaire viable en soi, l'intervention des collectivités publiques sous forme de concours financier présente des dangers. Nous ne parlons pas des précautions inimaginables prévues dans l'acte de prêt par des fonctionnaires portés à se défier de tout industriel en quête d'une subvention de cette nature, ni des formalités sans nombre imposées aux solliciteurs et bien faites pour décourager les plus obstinés. La véritable raison qui nous fait rejeter cette solution paresseuse est que toute subvention, toute avance, qu'elle émane de l'État ou des communes, est faite, derrière ces collectivités, par le contribuable, et doit se traduire soit par une aggravation d'impôts, soit par une de ces mesures dont les Gouvernants aux abois se sont montrés si prodigues au cours de ces dernières années et qui toutes conduisent à l'inflation, avec son cortège de malheurs et de ruines cachés sous une apparente et fugitive prospérité. Or, la principale cause du désarroi actuel de l'épargne, rebelle à toute opération à longue échéance, réside, nous l'avons vu, dans l'instabilité monétaire. Et, que ferions-nous en recourant à l'aide financière du Trésor, sinon rendre plus difficile l'équilibre entre les recettes et les dépenses budgétaires, indispensable à un retour à des conditions de vie économique normale ? Que l'État cesse de concurrencer, par les avantages inouïs qu'il concède à ses propres prêteurs, les Sociétés en quête de capitaux et cela vaudra, pour la réussite des entreprises qui nous occupent, l'aide vraiment efficace et la meilleure des subventions.

11. — Force est donc à nos Sociétés de continuer à recourir à l'épargne. Sous quelles formes leurs offres apparaîtront-elles les plus alléchantes ?

a) La méthode généralement suivie à ce jour où la même Société prend en charge l'alimentation en énergie d'une très vaste région, si elle présente, au point de vue technique, d'indéniables avantages, n'est pas sans inconvénients au point de vue financier comme nous l'avons vu. Elle oblige l'entreprise à recourir à l'épargne à jet continu. Nous avons reproduit, dans le tableau ci-contre, le taux d'augmentation du passif à rémunérer (actions, obligations et bons, créditeurs divers) de six de nos plus notables sociétés de production et de distribution d'énergie hydroélectrique, d'après leur bilan des dix dernières années.

Taux d'augmentation du passif à rémunérer.

Sociétés	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1924
I	100	100	102	109	149	153	192	287	352	389	488
II	100	»	108	116	123	177	176	202	257	240	284
III	100	»	»	99	99	99	98	117	116	120	125
IV	100	»	»	117	172	175	258	341	426	388	394
V	100	»	«	»	122	126	138	135	150	146	175
VI	100	104	106	110	123	148	160	184	241	250	295

On peut dire que pour deux de ces entreprises, surtout la première et la quatrième, l'appel à l'épargne a été ininterrompu depuis 1913. A peine une émission publique a-t-elle lieu que le poste « créditeurs divers », réduit par la consolidation qui suit l'apport d'argent frais, enfle de mois en mois et réclame, pour sa résorption, un nouveau recours au public. A cette allure, le passif à rémunérer par kilowatt installé, croît chaque année. De 1.500 francs avant la guerre, il dépasse aujourd'hui 2.800 francs pour ces deux entreprises. Les charges financières vont de pair. Et l'actionnaire voit fuir devant lui l'ère des bénéfices plantureux qu'une étude théorique de son placement lui avait laissé entrevoir au bout de 15 à 20 ans ! Certes, à moins de circonstances exceptionnelles, l'actionnaire reçoit un dividende qui rarement descend au-dessous de 5 % et qui atteint parfois 8 %. Mais cet effort n'est-il pas épuisant pour la Société qui s'y livre? On peut le redouter alors que, sur la recette totale encaissée au cours des dix dernières années, les Sociétés III et V — qui ont dû, elles aussi, accroître leur outillage mais l'ont fait suivant la méthode que nous recommanderons plus loin — ont réussi à prélever respectivement 18,3 et 20,7 % (non compris l'amortissement des obligations ni le report à nouveau) pour compenser le dépérissement de leur actif productif (mobilier, outillage) substituer à une valeur active fictive une valeur active productive (amortissement des intérêts intercalaires, frais constitutifs, etc.), créer réserves et provisions, tandis que les Sociétés I et IV ont péniblement retenu, dans le même but, 6,1 et 5,5 % de la recette totale, soit 1 à 2 % de la valeur totale de leurs immobilisations au lieu de 7 et 8 % !

Il serait foncièrement injuste de faire grief de cet état de choses aux Conseils d'Administration de nos grandes Sociétés, contraints eux-mêmes d'adapter leur politique financière à la nécessité de desservir une clientèle croissante et d'apparaître en bonne posture devant le public pour solliciter le crédit.

Digitized by Google

Il n'empêche que ces « supersociétés », pour nous servir d'un vocable à la mode, par leurs dimensions mêmes commencent à effrayer, et, à les voir s'élever si haut, l'idée vient de mesurer la résistance de l'assise où repose tout l'édifice. D'où l'hésitation des uns et des autres. Aménager de nouvelles chutes? Solliciter à nouveau l'épargne rétive? Mais pour y parvenir ces Sociétés devraient imaginer de nouvelles conditions d'emprunt, ou consentir des privilèges aux actionnaires nouveaux qu'elles sollicitent. Le remède, dans ce cas, ne serait-il pas pire que le mal?

Le mieux, pour que ne soit pas terni, même d'un doute passager, le crédit des sociétés hydroélectriques, serait donc d'arrêter le compte de premier établissement de ces entreprises anciennes, de leur faire tout au moins marquer une halte qui leur permettra de « digérer » les colossales immobilisations de ces dernières années.

b) Est-ce à dire qu'il faille confier à des entreprises entièrement nouvelles, libres de toute attache avec les Sociétés existantes, le soin de continuer et de mener à bien l'électrification du pays par l'aménagement des chutes d'eau. Rien n'est plus loin de notre pensée. Ce serait se heurter à tous les inconvénients d'une nouvelle mise en train et d'une période de tâtonnements si longue dans cette industrie et qui serait singulièrement aggravée par les conditions économiques actuelles. Ce serait provoquer un renchérissement de l'énergie électrique puisque les Sociétés nouvelles ne disposeraient d'aucune usine ancienne établie en francs-or et dont le rendement en francs-papier permet d'abaisser le prix de vente nominal de l'énergie totale. Au surplus, regardez la carte de la moitié sud de la France : il y existe encore de nombreuses chutes d'eau à équiper, mais les débouchés à prendre sont à peu près tous compris dans les zones de desserte des Sociétés en fonctionnement. Ces Sociétés nouvelles ne pourraient vivre qu'en s'entendant avec leurs aînées.

c) Mieux vaut donc que ce contact, cette cohésion indispensables apparaissent à l'origine. Et c'est en somme la combinaison à laquelle nous nous arrêtons. Au lieu d'engouffrer de nouveaux capitaux, la Société ancienne créera une filiale. Si la configuration des lieux ou les relations de voisinage le permettent, cette filiale sera constituée à frais communs par deux ou plusieurs Sociétés existantes en quête d'énergie. La ou les Sociétés intéressées souscrivent, en tout ou partie, le capital actions et la filiale emprunte le surplus au public. Cette méthode a déjà fait ses preuves. C'est ainsi, par exemple, que la Haute et la Basse-Isère ont été aménagées, la première par Jonage, Loire-et-Centre et la seconde par Loire-et-Centre et la Marine-Homécourt. Nous ignorons les accords qui lient ces Sociétés. Mais supposons que leurs parts respectives, dans la seconde usine, soient égales. Les dépenses engagées à ce jour par la filiale atteignent 88 millions environ. Dès lors, pour disposer en bout de ligne de 14.000 kilowatts, ayant coûté 44 millions, chaque Société n'aura à décaisser que 12 millions, la moitié du capital actions, soit un chiffre inférieur à ce qu'il leur aurait fallu dépenser avant-guerre pour la même puissance. Les banques, il est vrai, demandent avec juste raison que, dans ce cas, les Sociétés mères garantissent le paiement de l'intérêt des obligations de la filiale. Mais cet engagement ne se traduit pas par une sortie de fonds et n'alourdit en rien le passif des Sociétés mères.

12. — Donc, création de filiales par le soin des Sociétés existantes. Mais, dira-t-on, cela déplace la difficulté et ne la résoud pas, car la filiale, elle aussi, devra se procurer dans le public les capitaux dont elle a besoin. Sans doute, mais la fille aura plus de ressources, plus de liberté que la mère, embarrassée par ses engagements antérieurs.

Les actionnaires du début, les obligataires antérieurs en date dans une Société existante verront toujours d'un mauvais œil la venue de bailleurs de fonds jouissant de privilèges dont ils ont été privés. Et c'est une raison encore, ainsi que nous l'avons noté plus haut, pour aménager les chutes disponibles pendant un certain temps tout au moins, par voie de filiales.

Avec elles il n'y a d'autres obstacles aux combinaisons de crédits que ceux marqués par les limites de l'imagination des experts financiers.

a) La Société mère pourra préférer doter sa filiale d'actions, aux lieu et place d'obligations. Elle s'efforcera, par la promesse d'un intérêt minimum garanti ou de tous autres avantages, d'attirer les souscripteurs.

b) La Société mère marquera au contraire sa préférence pour les emprunts à longue échéance. Mais là se dresse un double écueil : la valorisation durable du franc qui ferait peser sur l'entreprise une charge peut-être insupportable ; la dépréciation continue et persistante de notre devise qui ruinerait le créancier, comme on l'a vu en Allemagne. Pour se garantir contre ce double risque rien ne vaudrait, évidemment, un titre dont le rendement de base fixe, serait assorti d'un index, fonction de la valeur du franc, analogue à celui qui régit les tarifs maxima. A défaut de cette formule un peu compliquée, on pourrait imaginer des obligations convertibles en actions au gré du porteur dès que le cours des actions dépasse un certain niveau. La conversion se fait sur une base

Digitized by Google

convenue d'avance, en limitant toutefois à un certain nombre d'années, à compter de l'émission, la faculté ainsi laissée aux prêteurs. Ce genre de titres, très souple, a quelque faveur aux États-Unis. Rien dans la loi française ne s'oppose à son adoption. Le prêteur serait ainsi garanti contre toute dépréciation catastrophique du franc sans perdre aucun des avantages des placements à revenu fixe qu'il affectionne. La filiale pourrait, en contrepartie stipuler à son profit la faculté de conversion de l'emprunt à partir d'une date qu'elle préciserait.

Dans les deux cas évidemment (actions à revenu garanti, obligations convertibles), la Société mère s'assurerait la prépondérance, dans le Conseil, par le jeu des actions à vote plural qu'elle se ferait attribuer.

13. — A choisir entre ces deux combinaisons dont on peut imaginer du reste des variantes à l'infini, nous donnerions la préférence à la seconde.

Sans doute, il est plus aisé aujourd'hui de se procurer des fonds par voie d'émission d'actions. Nous en avons la preuve dans la proportion croissante de ces titres dans les appels à l'épargne des Sociétés hydroélectriques au cours de ces dernières années. En 1922, sur une émission totale de 244 millions de francs, la part des actions offertes au public n'a pas dépassé 62 millions, soit 25 %. En 1923, la proportion des actions s'élève déjà à 32 % du total des émissions. Pour l'année 1924 leur pourcentage atteint l'invraisemblable taux de 18 %.

Tout cela est indiscutable, mais est-il démontré que les conditions d'emprunt seraient aussi difficiles si les titres offerts étaient des obligations convertibles en actions? D'autre part, il y a un danger, que nous devons signaler à une trop grande proportion d'action dans le capital total. L'opération à laquelle se livrent les Sociétés qui nous occupent consiste essentiellement à avancer une certaine somme pour la construction d'ouvrages dont elles ont la jouissance pendant un laps de temps fixé au cahier des charges. A ces immobilisations de durée déterminée qui doivent être amorties avant la fin de la concession, conviennent, tout naturellement, les obligations, dont le remboursement est une charge sociale mathématiquement déterminée. Une fois ces obligations remboursées et le jour où la Société n'aura plus de lourdes immobilisations à consentir, lorsqu'elle sera parvenue à la « phase d'équilibre », les dividendes des actions, si celles-ci sont peu nombreuses, connaîtront des taux qui ne nous sont pas familiers. D'où leur attrait que l'on supprime en accroissant démesurément le nombre des parties prenantes. Sans doute, on peut également prévoir un amortissement des actions au cours de la concession, mais la Société ne va-t-elle pas se heurter, de ce fait, à des difficultés comptables et juridiques. L'amortissement des obligations, en effet, est une charge sociale. Il est impératif. Il n'y a pas de bénéfice avant qu'il n'ait été comptabilisé. La Société risque la faillite si elle n'arrive pas à y faire face. L'amortissement d'actions s'opère, au contraire, sur le bénéfice *net* et sur ce bénéfice seulement. N'est-il pas à craindre qu'au lieu d'être automatique, irréductible, comme cela se passe aujourd'hui, lorsqu'il s'agit d'emprunts, l'amortissement du capital investi, supplétif, dans ces entreprises, de l'amortissement de dépréciation de l'actif défectible, ne soit livré aux risques de l'exploitation ou à la fantaisie du Conseil d'Administration. Il y a le précédent des mines : mais la situation n'est pas du tout comparable. La mine, pour sa mise en valeur, nécessite, il est vrai, comme la production et la distribution d'énergie, une importante mise de fonds. Mais c'est le seul point commun entre ces deux catégories d'entreprises : d'abord, le mineur n'est pas du tout sûr de ce qu'il va rencontrer tandis que l'hydraulicien, s'il a pris quelques précautions indispensables, connaît à l'avance le nombre de kilowatts-heures qu'il peut tirer du cours d'eau. Ensuite, s'il a de la chance, le mineur peut extraire du sol le tonnage que demandera la consommation et qu'il lui vendra au prix de la concurrence, tandis que l'hydraulicien est limité en quantité, par les caractéristiques de la chute, en prix par l'autorité concédante qui vient même au partage des bénéfices et qui prélèvera une dîme d'autant plus forte que le capital actions sera plus abondant. La mine est une loterie à qui l'action convient parfaitement. La chute et ses annexes constituent un placement exempt d'aléas qui s'adapte aux exigences de l'épargnant le plus timoré.

14. — Quelle que soit du reste la combinaison adoptée, les avantages de notre système demeurent. Résumons-les.

a) Il permet aux Sociétés anciennes de respirer et d'enrayer l'accroissement continu de leur passif à rémunérer par unité de puissance installée. Il sera possible alors de prélever, chaque année, sur la recette, une certaine somme, variable suivant le degré de surcapitalisation de chaque entreprise, qui sera employée aux travaux complémentaires et provoquera un accroissement de la recette sans aggravation des charges financières.

b) Le bailleur de fonds de la Société ancienne sera tranquillisé et le crédit de toutes les entreprises similaires sera renforcé, y compris celui des filiales qui vaudront surtout ce que vaudront les Sociétés mères. Cela, joint aux conditions avan-

Digitized by Google

tageuses offertes à l'épargne, diminuera vraisemblablement les charges actuellement écrasantes des emprunts.

c) Enfin, les risques d'une revalorisation du francs eront singulièrement diminués dans notre combinaison par le fait même de leur éparpillement. Si l'on continue les errements actuels, le passif à rémunérer des Sociétés anciennes par unité de puissance atteindra rapidement le taux des Sociétés fondées après l'armistice, sans amortissement possible. Dès lors, en cas de hausse de la devise, la recette brute diminuant automatiquement, la situation pourra devenir critique.

Au contraire, si nous stabilisons les immobilisations des Sociétés anciennes, le prix de revient du courant qu'elles produisent aura tendance à diminuer. Celui des filiales, il est vrai, sera très élevé. Mais au cas de hausse de la devise, une compensation s'opérera entre les prix de revient de la Société mère et de la filiale. Et même si la revalorisation du franc tarde, même si, dans l'énergie livrée au public, la proportion de courant cher augmente par rapport au courant bon marché, l'élévation du prix moyen pourra être atténuée en partie par la baisse lente, progressive, du revient des Sociétés anciennes définitivement entrées dans la phase d'équilibre.

15. — En d'autres termes, nous croyons que l'épargne se portera plus volontiers vers les Sociétés hydroélectriques qui vendent un produit toujours plus demandé et dont la supériorité s'affirme tous les jours si, dans la période difficile que nous traversons, ceux qui ont pris en charge de ravitailler le pays en électricité savent consolider le crédit des Sociétés anciennes, et utiliser ce crédit consolidé pour commanditer, garantir, soutenir, épauler de jeunes entreprises chargées spécialement de construire et d'exploiter la chute d'eau.

D. — Conclusion.

16. — Il ne faut pas du reste se dissimuler que tous ces palliatifs seront vains si la cause réelle et profonde des difficultés financières, auxquelles se heurtent les Sociétés qui nous occupent, subsiste : nous voulons parler de l'incertitude touchant l'avenir du franc. Allons-nous vers l'inflation et l'avilissement de notre monnaie? L'exemple allemand fera de plus en plus réfléchir les amateurs de titres à revenu fixe et les Sociétés seront contraintes d'arrêter leur développement ou de prendre leur part du risque à courir pour tenter l'épargne. Au contraire vise-t-on à une politique de déflation ou de revalorisation du franc, mais alors jusqu'où poussera-t-on cette revalorisation? Certes, il y a, de ce côté, une garantie que le gouvernement, quel qu'il soit, ne précipitera pas les événements car l'équilibre budgétaire sera la première victime d'un retour trop prononcé du franc vers le pair. Mais nos dirigeants, s'ils manquent de desseins arrêtés, ne seront-ils pas dépassés par les événements?

Sans sécurité du lendemain, les contrats à longue échéance, comme les concessions de force hydraulique ou de transport d'énergie, seront de plus en plus difficiles à réaliser. Le commerce, certaines industries, peuvent s'accommoder d'une situation troublée, en faisant, bon gré, mal gré, de la spéculation. Mais le producteur d'énergie qui consent une avance dont le remboursement doit s'échelonner sur trente, quarante ou cinquante ans n'a pas cette ressource. Il lui faut un minimum de stabilité pour mettre son opération sur pieds et la mener à bien.

L'heure paraît proche où nous pourrons avoir une politique monétaire définie. Le gouvernement qui saura ne pas la laisser échapper résoudra du même coup, entre beaucoup d'autres, le problème financier de la houille blanche.

G. TOCHON,
Secrétaire général de la
Société Hydrotechnique de France
Paris, le 1er octobre 1924.

Digitized by Google

L'AMÉNAGEMENT DES FORCES HYDRAULIQUES

Par J. DUPIN,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SITUATION ACTUELLE PERSPECTIVE D'AVENIR

Le problème de l'aménagement des richesses hydrauliques et de leur utilisation industrielle est actuellement, en raison des progrès récemment réalisés dans le transport à grande distance de l'énergie électrique et surtout de l'importance rapidement croissante des emplois de cette énergie, fort à l'ordre du jour dans tous les pays plus ou moins abondamment pourvus de ce genre de richesse, et plus particulièrement dans ceux qui souffrent du manque de charbon et de la rareté de la main-d'œuvre.

Avant de donner les chiffres indiquant ce que la France a déjà fait dans cette voie et ce qu'elle peut encore faire, je tiens à présenter une remarque essentielle pour éviter toute méprise sur leur exacte signification et leur portée : toute statistique comporte des causes d'erreur, une statistique de forces hydrauliques comme les autres ; mais, en plus, cette dernière a sur beaucoup d'autres un désavantage marqué, qui tient à la difficulté de définir avec exactitude la puissance d'une usine hydraulique, celle-ci variant dans de très larges limites suivant le débit de la rivière, c'est-à-dire suivant l'année que l'on considère et l'époque de celle-ci à laquelle on se place. C'est pourquoi une statistique de forces hydrauliques ne donne et ne peut donner qu'un ordre de grandeur.

D'après les documents les plus récemment publiés par les Ministères des Travaux publics et de l'Agriculture, la puissance moyenne des usines existantes, en construction ou susceptibles d'être créées en France atteint les chiffres suivants :

Puissance moyenne des usines actuellement en service	1.000.000 kw
Puissance moyenne des usines actuellement en construction ..	350.000 —
Puissance moyenne des usines susceptibles d'être construites dans l'avenir	4.000.000 —
Total	5.350.000 (1)

(1) Un tableau (p. 344) figurant en annexe donne le détail des puissances pour les principaux cours d'eau.

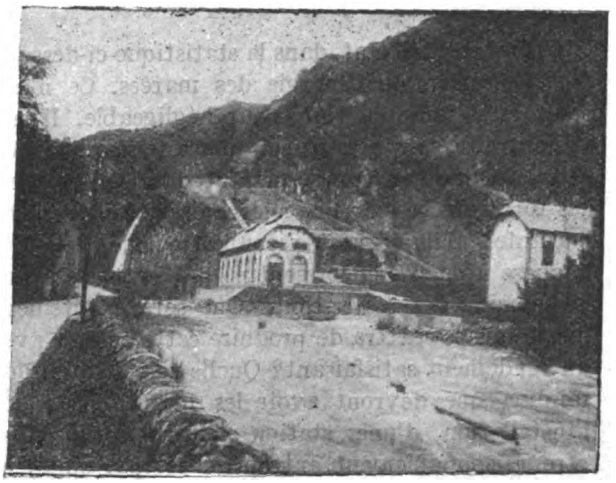


FIG. 269. — Vue générale de l'usine des chutes d'Esquit. Société des forces motrices de la vallée d'Aspe (Bedoux, Basses-Pyrénées).

Il est très intéressant de se rendre compte de la façon dont ce total se répartit entre les diverses régions. C'est ce qu'indique le tableau suivant :

Régions	Puissance des usines en service en % du total	Puissance des usines susceptibles d'être construites dans l'avenir en % du total
Nord-Est (Meuse, Moselle, Rhin) .	1,5 %	15 %
Bassin du Rhône ..	60 %	44 %
Bassin de l'Adour et de la Garonne supérieure	16 %	12 %
Versant Ouest et Nord-Ouest du Massif Central ..	13 %	20 %
Bassins divers.....	9,5 %	9 %
	100 %	100 %

duquel il résulte :

a) Que le bassin du Rhône a, au point de vue force hydraulique, une importance exceptionnelle puisqu'à lui seul il fournit ou est suceptible de fournir la moitié environ de l'énergie utilisable ;

b) Que les cours d'eau alimentés par des glaciers interviennent pour un peu plus de la moitié sans cependant que l'excès soit considérable, situation heureuse au point de vue des possibilités de compensation interrégionales, les périodes d'étiage des

Digitized by Google

cours d'eau alimentés par les glaciers et par les pluies ne coïncidant pas, comme on sait.

Il n'est pas fait état, dans la statistique ci-dessus, de l'utilisation de l'énergie des marées. Ce n'est point qu'il faille la tenir pour négligeable. Il est au contraire, très possible, en même temps que très désirable, que l'on trouve bientôt, dans l'utilisation des forces de la mer, une source d'énergie fort importante. Mais il faut reconnaître que jusqu'ici la chose n'est pas encore entrée pratiquement dans le domaine des réalisations. Que sera exactement l'outil qui permettra de produire cette énergie avec un rendement satisfaisant? Quelle sera l'amplitude minima que devront avoir les marées pour que l'installation d'une station marémotrice puisse être raisonnablement entreprise et, par suite, en quels points du littoral de semblables installations pourront-elles être envisagées?...

Tant que ces problèmes ne seront pas résolus ou tout au moins dégrossis, toute évaluation de l'énergie produite par des usines marémotrices ne pourra être que fantaisiste. Il est d'ailleurs possible que la question fasse bientôt un grand pas. Le 22 août dernier viennent en effet d'être déclarés d'utilité publique les travaux en vue de l'aménagement dans l'estuaire de l'Aber-Vrac'h d'une station marémotrice d'essai et il est permis d'espérer que les expériences qui y seront réalisées seront fertiles en résultats. (1)

On compare souvent les richesses hydrauliques de la France à celles des autres pays. C'est une opération à laquelle il ne faut pas attacher trop d'intérêt, en raison de l'incertitude des chiffres donnés. Ceux-ci dépendent essentiellement de l'état d'avancement des études entreprises par chaque État, et l'utilisation de l'énergie hydraulique est encore trop récente pour que tous les pays aient réussi à établir un inventaire exact de la force dont ils disposent. Cet inventaire est d'ailleurs fonction de la technique des installations qui ne cesse de progresser, et surtout des conditions économiques du moment, car toute chute d'eau n'est pas forcément intéressante à aménager et dans un inventaire bien fait ne doivent figurer que celles dont le prix de revient peut être considéré comme raisonnable au moment où est dressé cet inventaire.

Un exemple suffira à donner une idée des erreurs possibles : en 1909, la Suisse passait pour avoir utilisé la moitié de sa force disponible ; en 1914, une statistique détaillée publiée à l'occasion de l'exposition nationale suisse montrait qu'elle n'en avait équipé que 16 %. Ainsi, la proportion était passée en cinq ans de 50 % à 16 %, bien que dans cet intervalle le nombre des usines existantes eût notablement augmenté.

Les renseignements que l'on possède sont cependant suffisants pour permettre d'affirmer que, contrairement à ce qui se passe en matière de combustibles minéraux, la France est bien dotée en forces hydrauliques. Sans que ses richesses puissent être comparées à celles du Canada, ni surtout des États-Unis, elle vient en tête des nations européennes, suivie d'assez près par la Norvège et la Suède, d'un peu plus loin par l'Italie et l'Espagne, de très loin par l'Allemagne et l'Angleterre.

La plus grande partie des aménagements actuellement réalisés en France sont très récents (1). Il est difficile de suivre exactement l'allure de leur développement par suite de l'absence prolongée de statistiques précises. Il semble cependant que l'on puisse admettre que de 1869, date à laquelle fonctionna pour la première fois, grâce à M. Bergès, une turbine actionnée par une chute d'eau dans l'usine de Lancey, à 1902, date du premier Congrès de la Houille Blanche, à Grenoble, une puissance moyenne de 150.000 kw ait été aménagée. On évalue à 550.000 kw la puissance moyenne aménagée jusqu'en 1914-1916 (2) et nous avons déjà vu plus haut qu'il faut compter actuellement sur un total de 1.000.000 de kw.

Si l'on cherche ce que cela donne par année, on trouve que dans la période 1869-1902 il a été aménagé, sensiblement, 5.000 kw. moyens par an; que l'on en a aménagé 30.000 chaque année dans la période 1902-1916; qu'enfin depuis 1916 la moyenne annuelle a atteint 60.000. La progression apparaît très rapide. Le fait que la puissance des usines en construction au début de 1924 atteignait 350.000 kw. permet, étant donné que la durée moyenne de construction est voisine de cinq ans, d'évaluer à 70.000 kw. moyens la puissance aménagée annuellement à l'époque où nous sommes.

Il est très vraisemblable que cette progression

(1) Voir *Revue scientifique*, 12 juillet 1924, p. 391.

(1) Cependant, il y a fort longtemps que l'on a commencé à utiliser et à apprécier l'énergie hydraulique. En voici une preuve :

« Un voyageur a laissé une description d'une visite qu'il « fit à l'Abbaye de Cîteaux : c'était au XIIIe siècle. Les moines « avaient construit un canal de dérivation de l'Aube qui « traversait le domaine de l'Abbaye. Le courant faisait « tourner la roue du moulin et mouvoir la meule et le blutoir, « battre les maillets du fouloir et fournissait l'eau à la tan- « nerie. Le voyageur admirait : « Que de chevaux s'épuise- « raient, combien d'hommes se fatigueraient les bras dans « des travaux que fait pour nous, sans aucun travail de « notre part, ce fleuve si gracieux auquel nous devons nos « vêtements et notre nourriture ». Levasseur, *Histoire des classes ouvrières et de l'industrie en France avant* 1789.

(2) Aucun aménagement important n'eut lieu pendant les deux premières années de guerre.

Digitized by Google

continuera encore un certain temps car on ne constate actuellement aucun symptôme de ralentissement. Mais il est totalement impossible de prévoir comment se fera ce développement.

Quelque imprudent que cela soit, je veux cependant faire une hypothèse qui me permettra de mettre en lumière l'importance du problème financier que soulève l'aménagement de nos richesses hydrauliques; supposons, ce qui d'après ce que l'on vient de voir n'a rien d'invraisemblable, que dans deux ou trois ans, la vitesse d'aménagement de nos chutes d'eau corresponde à 100.000 kw. moyens par an. Admettons d'autre part que le prix de revient du kw. moyen soit de 3.000 francs, chiffre normal aujourd'hui; c'est une somme de 300 millions de francs qu'il faudra investir chaque année en aménagements hydrauliques, ce chiffre ne comprenant pas, bien entendu, le coût des usines d'utilisation, des lignes de transport, etc., mais exclusivement celui des usines de production.

L'aménagement des 4.000.000 de kw. indiqués plus haut comme susceptibles d'être créés dans l'avenir correspondrait ainsi à une dépense totale de l'ordre de 12 milliards de francs, et serait plutôt supérieure à ce chiffre, car il est bien évident que les usines déjà construites sont celles qui se présentaient dans les conditions les plus favorables et que, toutes choses égales d'ailleurs, plus l'on ira, plus les usines restant à aménager seront onéreuses.

Une des meilleures façons de se rendre compte de ce que représente, pour notre économie nationale, l'énergie hydraulique dont nous pouvons disposer consiste à calculer le tonnage de charbon qu'elle permettrait d'économiser annuellement (1). Si l'on admet : *a)* Qu'un kilowatt-heure équivaut à un kilogramme de charbon, ce qui n'est qu'une moyenne approximative (le rendement relatif du charbon et de l'énergie électrique variant suivant les utilisations, les installations, la qualité du combustible, etc.); *b)* Que l'énergie hydraulique disponible à chaque instant puisse être utilisée sans déchets, on trouve que les cinq millions de kw. moyens, déjà équipés ou à équiper, permettraient d'économiser chaque année 40 millions de tonnes de charbon. Ce chiffre est un maximum qui suppose des conditions d'utilisation excellentes, encore bien loin d'être réalisées. On ne pourra s'en rapprocher qu'en améliorant systématiquement les conditions de production et d'utilisation de l'énergie électrique, par une série de dispositions dont l'étude offre le plus grand intérêt (constructions de réservoirs régulateurs, mise en commun des ressources par création d'un réseau national de transport d'énergie, régularisation de la demande par l'association d'utilisations différentes, par le développement des utilisations de nuit, par l'établissement d'organes d'accumulation d'énergie, etc.), mais que ce n'est pas ici le lieu d'exposer.

Le chiffre donné ci-dessus ne prend toute sa signification que si on le rapproche de celui de notre déficit charbonnier. On sait qu'avant-guerre nous produisions annuellement 40 millions de tonnes de houille et en consommions 60; notre déficit était de 20 millions de tonnes. Actuellement, la situation est la suivante : la Sarre produit 11 millions de tonnes de charbon et en consomme 4 pour ses propres besoins, laissant 7 millions disponibles; la Lorraine consomme 9 millions de tonnes, mais n'en produit que 4, absorbant ainsi la plus grande partie du disponible de la Sarre. Il en résulte que, lorsque la production de nos mines du Nord et du Pas-de-Calais sera redevenue ce qu'elle était avant-guerre, notre déficit en charbon restera voisin de ce qu'il était lui-même à cette époque, en admettant que ce déficit ne continue pas à augmenter comme il le faisait régulièrement jusque-là (1).

Le rapprochement des chiffres qui précèdent montre toute l'importance que peut avoir pour notre pays un aménagement rapide et une utilisation rationnelle de nos richesses hydrauliques. Le plus grand des obstacles à vaincre actuellement provient de la difficulté de se procurer les énormes capitaux nécessaires dans des conditions qui ne soient pas trop onéreuses ni trop inquiétantes pour l'avenir des entreprises. Il est du plus haut intérêt que ces obstacles puissent être surmontés et que la mise en valeur de nos richesses hydrauliques de montagne (houille blanche) de plaine (houille verte) et si possible de la mer (houille bleue) se développe très rapidement. Par là, nous enrichirons graduellement notre patrimoine national; nous diminuerons la mesure dans laquelle nous

(1) Cette comparaison, pour être précise, devrait tenir compte des économies accessoires résultant d'une moindre consommation de charbon; diminution du matériel (cargos, wagons) immobilisé pour le transport du charbon, économie correspondante de main-d'œuvre, etc... Ces économies seraient très difficiles à chiffrer, mais il est bien certain qu'elles atteignent un total fort appréciable.

(1) Excédent des importations de combustibles de la France, le coke et les briquettes étant exprimés en houille :

	milliers de tonnes
1870	5.650
1880	9.258
1890	10.079
1900	14.461
1910	17.438
1911	18.712
1912	18.331
1913	21.961

Renseignements extraits de l'ouvrage : « La Sidérurgie française 1864-1914 », publié par le Comité des Forges de France.

Digitized by Google

sommes tributaires de l'étranger; enfin, puisque la nature s'est plu à établir entre les différentes nations européennes une certaine compensation, les plus riches en charbon étant médiocrement pourvues de forces naturelles, et réciproquement, le développement des entreprises électrochimiques et électrométallurgiques doit constituer pour notre industrie un des moyens les plus efficaces de lutter victorieusement contre la concurrence étrangère.

J. DUPIN,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

ANNEXE

Régions	Cours d'eau	Puissance moyenne des usines en service	en construction	susceptibles d'être construites dans l'avenir
Nord et Nord-Ouest	L'Orne, la Vire, la Rance, le Blavet, la Mayenne, la Sarthe, la Somme, la Marne, l'Aube, l'Yonne, etc.	5.060	16.600	75.770
Nord-Est	Meuse	2.670	850	5.900
	Moselle	2.700	»	17.820
	Rhin	6 630	»	556.780
Bassin du Rhône	Affluents supérieurs du Rhône	55.750	2.500	70.540
	Ain	15.720	5.650	48.700
	Saône et Doubs	27.150	»	47.960
	Isère	294 490	49 180	407.350
	Ardèche	»	»	37.000
	Durance	68 060	20.700	412.050
	Rhône proprement dit	24.000	17 000	719.500

Régions	Cours d'eau	Puissance moyenne des usines en service	en construction	susceptibles d'être construites dans l'avenir
Petits cours d'eau se jetant directement dans la Méditerranée	Argers, Siagne, Var, Loup, Roya, Hérault, Orb, Aude, Têt, Tech, etc.	39.400	4.300	207.590
Bassin de l'Adour et de la Garonne supérieure (régime pyrénéen)	Adour	39.650	78.230	181.700
	Garonne	86.870	5 240	293.580
Versant Ouest et Nord-Ouest du Massif Central	Tarn	25.260	4.910	163 750
	Lot	6.450	56.000	171 180
	Dordogne	31.960	48 330	324 960
	Loire-Inférieure	11 520	»	78.970
	Allier	12 e50	8.500	43.920
	Cher	5.790	»	8 570
	Vienne	12.130	21.100	24.480
	Charente	»	»	250
Corse			540	104.760

Digitized by Google

HISTOIRE DES ÉTUDES HYDRODYNAMIQUES EN FRANCE

Par Émile JOUGUET
Inspecteur Général des Mines,
Professeur à l'École supérieure des Mines.

Il est toujours utile, pour bien comprendre les principes et les applications d'une doctrine, d'avoir une connaissance sommaire de son évolution. Rien ne donne une idée plus exacte de la nature d'un problème que de savoir comment il s'est posé et comment il a été envisagé au cours des temps. L'histoire de la Mécanique des fluides est particulièrement instructive en raison de la diversité des points de vue auxquels cette science peut être abordée. Les questions y ont été suggérées tantôt par des études théoriques, astronomiques notamment, tantôt et surtout par les besoins de la pratique. Dès leur origine même, l'hydrostatique et l'hydrodynamique sont donc à la fois spéculatives et industrielles. Mais, même pour les problèmes industriels, une fois les questions posées, la curiosité de l'esprit humain ne s'est pas contentée d'en chercher une solution purement utilitaire. Elle les a étudiées aussi en elles-mêmes, en vue de perfectionner sa connaissance du monde et a constitué ainsi un des plus beaux chapitres de la philosophie naturelle. La théorie ainsi construite a conduit à des résultats importants qui, à leur tour, ont réagi sur les applications : connaissant mieux les phénomènes, l'homme a acquis plus de puissance pour les utiliser. De là un ensemble complexe de recherches dont les progrès ont été dus — et continueront certainement à être dus dans l'avenir — au travail simultané des mathématiciens, des physiciens et des ingénieurs.

C'est un tableau de ces études que nous voudrions essayer de donner ici, un tableau où nous ne craindrons pas d'associer aux travaux théoriques d'un Cauchy les réalisations pratiques d'un Fourneyron. Assurément les tendances de Cauchy et de Fourneyron, leurs méthodes, leurs préoccupations ne sont pas les mêmes, mais c'est le mouvement des fluides qu'ils étudient tous les deux et le sujet est assez complexe pour qu'il n'y ait pas lieu de regretter de le voir abordé par des esprits divers et sous des points de vue différents.

Ce serait mutiler une revue de l'hydrodynamique que de n'y pas comprendre à la fois les travaux des

FIG. 211. — Blaise Pascal (1623-1662).

théoriciens qui nous ont donné une connaissance plus scientifique des phénomènes et ceux des techniciens qui nous ont appris à en tirer parti. Trop souvent, à mon avis, on considère les premiers comme un simple chapitre des Mathématiques. Leur rapprochement avec les recherches physiques ou techniques est au moins aussi fertile en enseignements.

Le sujet que nous nous proposons de traiter est donc vaste et varié. Pour ne pas être conduits à des développements exagérés, nous le limiterons comme suit.

Tout d'abord, il doit être entendu que nous n'avons en vue que les problèmes relatifs aux fluides incompressibles. Nous ne parlerons des fluides compressibles qu'à propos des problèmes généraux, où il est impossible de séparer les gaz des liquides, où il y a au contraire intérêt à préciser, par leur rapprochement, les caractères essentiels des uns et des autres.

D'autre part, ce que nous voulons raconter c'est l'histoire de l'hydrodynamique en France. Naturellement, les travaux français ne sont pas indépendants des travaux étrangers et, pour remplir notre objet, nous serons obligés d'esquisser un tableau général de l'histoire de l'hydrodynamique dans tous les pays. Mais nous insisterons particulièrement sur ce qui a été fait chez nous, et, pour les autres nations, nous nous bornerons à indiquer leurs contributions essentielles. Il ne faut pas oublier qu'une histoire complète de l'hydrodynamique devrait mentionner plus de noms étrangers qu'il n'en sera cité ici. Nous nous sommes

Digitized by Google

efforcés toutefois de n'omettre aucun nom étranger qui marquât une antériorité pour les travaux français (1).

***

Les anciens avaient, à n'en pas douter, une certaine connaissance des lois de l'équilibre et du mouvement des fluides. Une telle connaissance était nécessaire pour la conception des machines hydrauliques, comme le siphon, décrites par Héron d'Alexandrie, et pour l'exécution des travaux que nous ont laissés les Romains. Naturellement, elle était encore sommaire et d'ordre surtout empirique, comme on peut le voir dans les écrits de Frontin, inspecteur des fontaines publiques à Rome sous Nerva et Trajan. Mais elle existait néanmoins. Bien plus, ce sont encore les anciens qui ont, avec Archimède, posé les premiers principes d'une science rationnelle des fluides. Archimède a en effet élaboré la première théorie hydrostatique à propos du problème des corps flottants, évidemment posé par la pratique de la navigation. Dès l'antiquité donc, la Mécanique des fluides nous apparaît avec le caractère qu'elle présente encore aujourd'hui : quelques chapitres constitués en théorie coordonnée, et, à côté, tout un domaine où, pour les besoins des arts, on fait un appel plus ou moins étendu, je ne dis pas à l'expérience — car l'expérience est indispensable partout, dans la partie théorique comme dans la technique — mais à l'empirisme. Le progrès va consister à développer le champ de la connaissance vraiment scientifique aux dépens de la connaissance empirique.

Chez les modernes, l'étude des fluides commence dans les Pays-Bas et en Italie. L'hydrostatique de Stevin de Bruges, où le problème des corps flottants est repris par une méthode personnelle et où est étudiée pour la première fois la pression exercée par un liquide sur le vase qui le contient, est une œuvre originale et remarquable (1586). En Italie les travaux des ingénieurs sur les cours d'eau (on sait que l'illustre Léonard de Vinci s'est occupé de cette question) apprennent à observer les phénomènes hydrauliques. Galilée, le fondateur de la Mécanique moderne, qui avait reconnu l'importance du principe du travail virtuel dans les machines simples, l'applique pour traiter des corps flottants (1612). On doit à son disciple Torricelli deux progrès capitaux. Par son expérience du baromètre et par l'explication qu'il en donne en invoquant la pesanteur de l'atmosphère, Torricelli élargit la statique des fluides. D'autre part, il crée l'hydrodynamique quand il

(1) Nous serions heureux qu'on voulût bien nous signaler les erreurs involontaires que nous aurions pu commettre.

Fig. 212. — D'Alembert (1717-1783).

étudie l'écoulement d'un liquide par un orifice et qu'il découvre, par une intuition, que la vitesse de l'eau à la sortie est égale à celle qu'acquerrait un corps tombant en chute libre d'une hauteur égale à l'altitude du niveau de l'eau au-dessus de l'orifice (1644).

C'est à cette époque que les savants français apparaissent dans ces études, et nous avons à citer, pour commencer, deux séries de recherches importantes, celles de Pascal et celles de Mariotte.

Vers le milieu du XVIIe siècle, le Père Mersenne entretenait une correspondance avec la plupart des savants de l'Europe. C'était un esprit brouillon, peu capable de résoudre lui-même un problème, mais curieux, actif et ingénieux. « Il avait, dit Pascal, un talent tout particulier pour former de belles questions : en quoi il n'avait peut-être pas de semblable ; mais encore qu'il n'eût pas un pareil bonheur à les résoudre et que ce soit proprement en ceci que consiste tout l'honneur, il est vrai néanmoins qu'on lui doit obligation de plusieurs belles découvertes, qui peut-être n'auraient jamais été faites, s'il n'y eût excité les savants. »

Dans un livre publié en 1644, Mersenne suppose l'océan enfermé dans un vase muni d'un couvercle et, par un trou de ce couvercle, un bâton descendant dans l'eau. « Le couvercle, dit-il, éprouverait, de la part de l'eau qui est au-dessous de lui, une pression de bas en haut égale à la pression de haut en bas qu'il subirait s'il devait porter un cylindre de bois ayant même hauteur que le bâton et même base que le couvercle du vase où la mer est contenue. » N'y a-t-il pas là déjà une première idée du principe de la transmission des pressions?

Digitized by Google

C'est aussi en 1644 que Mersenne a connaissance de l'expérience du baromètre, faite par Torricelli la même année, et de l'explication proposée par le savant italien : dès 1647, il entrevoit et imprime dans la préface de ses *Nouvelles observations physico-mathématiques* que, pour vérifier l'hypothèse de Torricelli, on peut songer à observer le baromètre au pied et au sommet d'une montagne. On a prétendu qu'il n'était pas de taille à avoir conçu lui-même cette idée et qu'elle avait dû lui être suggérée par Descartes. A la vérité rien n'autorise une pareille affirmation et nous ne croyons pas que cet homme « qui avait un talent particulier pour former de belles questions » fût incapable d'imaginer ce procédé de vérification de l'idée de Torricelli.

Mais Mersenne n'a pas eu la persévérance de réaliser sa conception et il en a laissé la gloire à Pascal.

C'est par Mersenne que Pascal a été mis au courant de la question. A cette époque, l'ascension des liquides dans les tuyaux de pompe était généralement expliquée par l'horreur du vide. Pascal commence par observer que le baromètre prouve que cette horreur du vide, si elle existe, n'est que partielle. Puis, ayant connu l'hypothèse de Torricelli, il la vérifie en faisant faire par son beau-frère, sur le Puy de Dôme, le 19 septembre 1648, l'expérience proposée par Mersenne. L'idée de cette expérience lui est-elle venue directement, ou l'a-t-il reçue d'un autre savant, de Mersenne lui-même, ou de Descartes comme celui-ci l'a affirmé? Il paraît inutile d'entrer dans cette discussion. En cette question, l'originalité réside dans l'hypothèse de Torricelli. Avec ce point de départ, on peut parfaitement admettre que plusieurs esprits aient conçu indépendamment l'idée d'une expérience sur une montagne. Il n'en reste pas moins que c'est Pascal qui l'a exécutée.

Et d'ailleurs ce n'est pas là son plus grand mérite. Autour de la *grande expérience sur l'équilibre des liqueurs*, comme il appelle lui-même l'expérience du Puy de Dôme, Pascal développe tout un ensemble de recherches dans lequel elle vient s'insérer et qui lui donne toute sa portée. A son occasion, il procède pour la première fois à la coordination des lois de l'hydrostatique dans deux petits Traités, le *Traité de l'équilibre des liqueurs* et le *Traité de la pesanteur de la masse de l'air*, écrits en 1653, publiés en 1663, un an après sa mort, qui sont des modèles de saine physique et de bonne mécanique.

Fig. 213. — Lagrange (1736-1813).

Fig. 214. — Navier (1785-1836).

Dans le premier, tous les phénomènes de l'équilibre des liquides, les propriétés des corps flottants, les lois de la pression sur les vases sont ramenés au principe simple de la transmission des pressions en tous sens, lequel est rattaché lui-même à ce que nous appelons aujourd'hui le principe du travail virtuel. Le second montre que l'équilibre de l'atmosphère suit des lois analogues à celles de l'équilibre des liquides. Si l'on prend un ballon à demi plein d'air, flasque et mou, et qu'on le porte au sommet d'une montagne, il se gonfle progressivement parce que l'air ambiant le presse avec moins de force, montrant ainsi que dans l'air les pressions se répartissent comme dans les liquides pesants. C'est la pesanteur de l'air qui produit tous les effets attribués à l'horreur du vide, et, pour le prouver, Pascal reproduit tous ces effets en remplaçant le poids de l'air par celui de l'eau : au sein d'une masse d'eau fonction-

Digitized by Google

nant comme une véritable atmosphère, il observe l'ascension du mercure dans des tubes fermés par le haut, il fait fonctionner un siphon de mercure, il produit des effets analogues à ceux des ventouses. La statique de l'air se parallélise ainsi dans tous ses détails avec celle de l'eau et l'hypothèse de Torricelli est par là transformée en vérité démontrée.

On peut dire qu'après Pascal les principes physiques de l'hydrostatique sont définitivement connus et que leur valeur pour tous les fluides, compressibles ou non, est hors de doute. Et ce qu'il faut peut-être le plus admirer dans ses travaux, c'est la sûreté de la méthode où l'expérience et le raisonnement sont harmonieusement associés. Il proclame et montre par son exemple l'excellence de la méthode expérimentale : « Que tous les disciples d'Aristote, dit-il en manière de conclusion, assemblent tout ce qu'il y a de fort dans les écrits de leur maître et de ses commentateurs pour rendre raison de ces choses par l'horreur du vide, s'ils le peuvent. Sinon qu'ils reconnaissent que les expériences sont les véritables maîtres qu'il faut suivre dans la physique. »

Les travaux de Mariotte ont, eux aussi, pour point de départ les recherches de Torricelli, mais celles qui concernent l'écoulement par les orifices. En 1668, une commission de l'Académie des Sciences, composée d'Huyghens, Mariotte, Picard, Cassini, exécute des expériences pour vérifier la loi donnée par Torricelli pour la vitesse de l'écoulement, et elle étend ses recherches à la détermination de l'impulsion que la veine issue de l'orifice exerce sur un plan. Ainsi s'établit entre le problème de l'écoulement par les orifices et celui de la résistance des fluides un lien qui subsistera lontemps. L'histoire de l'Académie des Sciences nous apprend que les collègues de Mariotte, notamment Huyghens, ont eu un rôle important dans ces recherches. Mais Mariotte les a développées par la suite, comme on peut le voir dans son *Traité de la percussion ou choc des corps* paru en 1679 et dans son *Traité du mouvement des eaux*, publié après sa mort, survenue en 1684. Ces ouvrages marquent vraiment l'origine de l'hydrodynamique en France.

Les expériences de Mariotte vérifient la loi de Torricelli. Mais ce physicien n'a pas remarqué la contraction de la veine fluide. On peut cependant déduire de certains de ses essais la valeur 0,68 pour le coefficient de contraction ; mais il n'a pas fait ce calcul ; il n'a pas discuté la valeur absolue du débit de l'eau et s'est borné à insister sur le fait que les débits sont en raison inverse des racines carrées des hauteurs.

Pour l'impulsion des veines sur les plans, ses raisonnements sont intéressants car ils montrent qu'il s'est rendu compte de l'importance de la déviation de la quantité de mouvement dans cette question. Ils contiennent toutefois une erreur, que l'expérience ne lui a pas décelée parce qu'elle est compensée en gros par la méconnaissance de la contraction de la veine. Mais cette erreur n'affecte pas tous les résultats de Mariotte ; elle laisse intact tout ce qu'il dit sur les valeurs relatives des impulsions.

Mariotte assimile à l'impulsion des veines l'action d'un courant sur un corps complètement immergé. Nous savons aujourd'hui que cette extension est

Fig. 215. — Borda (1733-1799).

Fig. 216. — Charles Bossut (1730-1814).

Digitized by Google

illégitime, parce que, dans un courant, la quantité de mouvement déviée à l'avant est déviée en sens inverse à l'arrière, circonstance qui produit ce que nous appelons le paradoxe de d'Alembert, Mariotte n'aperçoit pas ce point important. Aussi ne peut-on accepter tout ce qu'il dit sur le sujet. Mais tout non plus n'est pas à rejeter ; on peut retenir notamment la première application qu'il fait de la similitude mécanique, et qui le conduit à la proportionnalité de la résistance au carré de la vitesse, ainsi que la notion de vitesse-limite acquise au bout d'un temps infini par un corps tombant dans un milieu résistant.

Le *Traité du mouvement des eaux* de Mariotte contient encore quelques indications sur le frottement de l'eau dans les tuyaux, des mesures de la vitesse du courant dans les canaux ou les rivières, une discussion pour prouver, par la comparaison des pluies tombées et du débit des cours d'eau, que ceux-ci sont alimentés par celles-là : il y a donc là déjà un embryon d'hydraulique fluviale et souterraine.

***

L'année 1686 marque une date importante pour la Mécanique, puisque c'est cette année qu'ont paru les *Principes* de Newton. On voit par ce qui précède que si, à cette époque, l'hydrodynamique était dans l'enfance, l'hydrostatique au contraire était en possession de ses principes. Mais il restait encore à trouver une méthode générale pour appliquer commodément ces principes dans les divers cas, c'est-à-dire pour mettre en équations un problème quelconque d'équilibre des fluides.

Ce nouveau progrès est résulté, non plus d'études sur un problème technique, comme celui des corps flottants, mais des recherches relatives à la figure de la terre. Il s'agissait de savoir quelle forme devait prendre la surface des mers sous l'influence combinée de la pesanteur et de la rotation diurne. Pour formuler la condition d'équilibre, Huyghens exprime que la surface libre est perpendiculaire à la résultante des forces, Newton que les poids de deux colonnes fluides allant de la surface au centre sont égaux, Mac Laurin que deux colonnes partant de la surface et aboutissant à un point quelconque pressent également sur ce point. Mais toutes ces règles sont incomplètes, et c'est Clairaut qui est parvenu le premier aux équations complètes de l'équilibre. Il considère dans le fluide un canal quelconque aboutissant à la surface ou se fermant sur lui-même, et il exprime « que les efforts de toutes les parties du fluide renfermées dans ce canal se détruisent mutuellement ». Cela le conduit à la condition analytique que l'expression $\int X\,dx + \int Y\,dz + \int Z\,dz$ (nous employons ici les notations aujourd'hui classiques) doit être une différentielle exacte. (*Théorie de la figure de la Terre* 1743).

L'hydrodynamique était en 1686 beaucoup moins avancée que l'hydrostatique puisqu'on ne possédait même pas une démonstration de la règle de Torricelli sur la vitesse d'écoulement par un orifice. Ne nous trompons pas d'ailleurs sur ce qu'il faut entendre ici par *démonstration*. Il ne saurait s'agir, dans une science expérimentale, d'une démonstration rationnelle, à la manière de la géométrie. Ce qui manquait encore à cette époque, c'était un rattachement de la règle de Torricelli à des principes généraux pouvant servir de fondement à l'hydrodynamique.

Dans ses *Principes*, Newton essaie de combler cette lacune. Il y étudie l'écoulement de l'eau par un orifice à propos du problème de la résistance des fluides : nous avons déjà trouvé chez Mariotte l'union de ces deux problèmes. Bien qu'il ait obtenu sur la résistance des fluides plusieurs résultats importants, bien qu'il ait notamment exécuté sur elle des expériences nombreuses et bien faites, tout ce qu'il dit sur ce sujet est loin d'être excellent, et précisément le passage qu'il consacre à l'écoulement par un orifice est, dit Lagrange, la partie la moins satisfaisante de son grand ouvrage. Mais les tentatives d'un Newton, même incomplètes, ne sont jamais indifférentes et il reste de son étude un résultat essentiel : toujours préoccupé d'associer l'expérience au raisonnement, l'illustre auteur observe le premier le phénomène de la contraction de la veine qui avait échappé à Mariotte.

Le mécanicien français Varignon réalise en 1695 un véritable progrès. Le raisonnement qu'il donne pour justifier la règle de Torricelli, bien que laissant encore à désirer, est très supérieur à celui de Newton. Mais la véritable solution de la question est due au Suisse Daniel Bernoulli qui donne le premier des principes généraux d'hydrodynamique. L'ouvrage qu'il publie en 1738 est fondé sur le principe des forces vives. Non seulement il y démontre la loi de Torricelli, mais encore il y donne le fameux théorème qui est resté sous son nom dans l'hydrodynamique classique. Il traite exactement le problème de l'impulsion des veines et montre nettement la différence qui sépare cette question de celle de l'action des fluides sur les solides entièrement immergés. En somme, il résout complètement les problèmes posés et ébauchés dans le traité de Mariotte et il vérifie ses solutions par l'expérience.

On peut dire que l'ouvrage de D. Bernoulli mettait l'hydrodynamique dans l'état où se trouvait l'hydrostatique après Pascal. Il restait encore à découvrir une méthode permettant de mettre régulièrement en équations les problèmes

Digitized by Google

relatifs au mouvement des fluides. Sans négliger les travaux de Mac Laurin et de Jean Bernoulli, il est permis de dire que ce dernier pas a été fait par d'Alembert, par application du principe qu'il avait posé dans la dynamique. C'est dans son *Traité des fluides* (1744) et surtout dans son *Essai d'une théorie nouvelle de la résistance des fluides* (1752), où il s'affranchit de l'hypothèse de l'écoulement par tranches adoptée dans son premier ouvrage, que d'Alembert donne les équations exactes du mouvement des fluides. Elles se déduisent

FIG. 217. — Laplace (1749-1827).

de celles de l'équilibre par l'introduction de ce que nous appelons aujourd'hui les forces d'inertie. Le titre même du dernier de ces livres fait connaître le problème particulier qui préoccupait d'Alembert. Il cherchait à calculer l'action que les fluides exercent sur les solides qui y sont plongés. Mais l'application de ses équations lui faisait toujours trouver une action nulle. Ce résultat surprenant, connu aujourd'hui sous le nom de *paradoxe de d'Alembert*, sera une des grandes préoccupations de l'hydrodynamique moderne. Ainsi donc, le mathématicien de l'Encyclopédie n'est pas arrivé à expliquer la résistance des fluides. Mais il est le premier qui ait donné les équations générales de l'hydrodynamique.

Après Clairaut et d'Alembert, les deux grands noms sont ceux d'Euler et de Lagrange. Euler d'abord, Lagrange ensuite donnent aux équations de la Mécanique des fluides leur forme définitive, celle qu'elles ont encore dans la science moderne. Ils les obtiennent d'ailleurs autrement que leurs prédécesseurs. La considération du canal de Clairaut, par exemple, avait quelque chose d'un peu détourné. Euler et Lagrange associent d'une manière plus directe les propriétés des fluides avec les premiers principes de la mécanique, soit avec la conception même des forces accélératrices appliquées à chaque élément de masse (Euler 1768-1771) soit avec le principe du travail virtuel (Lagrange 1781).

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des fluides parfaits. On s'aperçut bientôt de la nécessité de tenir compte de ce qu'on appelle aujourd'hui les phénomènes de dissipation d'énergie, qui se traduisent par une perte de force vive.

C'est dans les changements brusques que ces phénomènes apparaissent avec le plus d'intensité, et c'est le mérite de Borda d'avoir montré que, dans ce cas, la perte de force vive suit, approximativement au moins, une loi simple (1766). Par assimilation avec le choc des corps mous, il fait voir que la perte de force vive est égale à la force vive due aux vitesses perdues, expression dont on sait l'importance dans tous les problèmes industriels.

Mais les fluides naturels présentent de la dissipation d'énergie ailleurs que dans les changements brusques. Il y en a aussi dans les mouvements continus, par l'effet de la viscosité. Etudiée d'abord expérimentalement par Coulomb (1784-1805), qui mesurait la résistance aux oscillations d'un disque

FIG. 218. — Poisson (1781-1850).

dans un liquide, la viscosité a été introduite dans les formules de l'hydrodynamique par Navier (1822), puis par Poisson (1839), qui ont posé les équations aujourd'hui classiques des mouvements des fluides visqueux.

Tels ont été, rapidement résumés, les stades par où les mécaniciens sont parvenus aux équations fondamentales de l'équilibre et du mouvement des fluides. Malheureusement ces équations

Digitized by Google

sont mathématiquement fort compliquées et on s'est vite rendu compte qu'il faudrait de longs efforts pour traiter rigoureusement avec elles tous les problèmes posés par les applications. Aussi, à côté de la science rationnelle des fluides, s'est constituée une discipline qui en utilise autant qu'elle peut les résultats, mais qui supplée à son silence, dans les questions qu'elle ne peut encore résoudre, par la détermination expérimentale des coefficients qu'elle ne sait pas encore calculer. En même temps qu'il créait l'hydrodynamique rationnelle, le XVIII^e s. a parfaitement senti la nécessité d'une telle discipline. « S'il y a des questions, dit l'abbé Bossut dans la préface du Traité publié par lui en 1771, où la géométrie n'offre que des secours trop pénibles ou même impuissants, il faut tâcher de suppléer à son défaut par la voie de l'expérience..... (Dans le présent ouvrage) la théorie et l'expérience sont mes deux guides et se prêtent un secours mutuel. Lorsque la théorie suffit seule pour résoudre une question, je n'y mêle point d'expériences, pour éviter les superfluités; dans les cas contraires, je m'appuie sur l'observation, pour modifier les résultats de

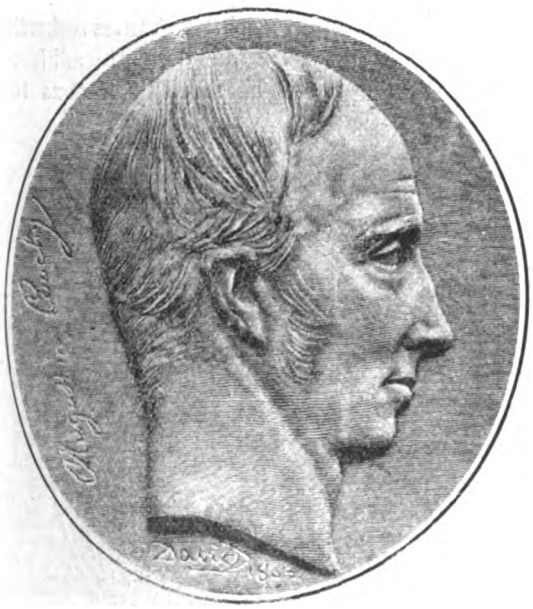


FIG. 219. — Augustin Cauchy (1789-1857),

la théorie ou pour la remplacer ». C'est toujours la division de la Mécanique des fluides que nous avons signalée dès l'antiquité à propos d'Archimède. Mais le champ de la théorie s'élargit peu à peu et les deux parties de la science se rapprochent progressivement.

***

Une fois en possession des équations de l'hydrostatique et de l'hydrodynamique, les mathématiciens ont étudié leurs propriétés générales et les notions souvent abstraites qu'ils ont été ainsi conduits à développer se sont trouvées présenter avec la réalité une concordance que l'expérience des physiciens et des ingénieurs a mise en pleine lumière.

La première et la plus importante de ces propriétés est la distinction entre les mouvements avec et

FIG. 220. — Belidor (1698-1761).

sans potentiel des vitesses. C'est Lagrange qui a introduit la notion de potentiel des vitesses et montré que, dans les fluides parfaits et conservatifs, un potentiel des vitesses existant à un instant donné subsistait à tout instant (1787). C'est Cauchy qui a introduit la notion de rotation moyenne, appelée plus tard tourbillon, et donné les formules exprimant la rotation moyenne à tout instant en fonction linéaire de la rotation moyenne à l'instant initial (1815-1827). Les problèmes de l'hydrodynamique se partagent, en vertu du théorème de Lagrange, en deux catégories, ceux où il y a un potentiel des vitesses et ceux où il n'y en a pas.

Les problèmes à potentiel des vitesses sont, du moins pour les fluides incompressibles, justiciables de la théorie mathématique des fonctions harmoniques. Les problèmes sans potentiel des vitesses donnent lieu à l'importante théorie des tourbillons, créée par le physicien allemand Helmholtz.

Le développement de la théorie des tourbillons dans les fluides parfaits est dû surtout aux Allemands et aux Anglais. Citons cependant en France quelques théorèmes de M. Lévy, de Robin et l'exposé de Poincaré. Mais la contribution la

Digitized by Google

plus importante des savants français consiste dans les résultats qu'ils ont obtenus dans l'application de la théorie aux fluides visqueux.

Saint-Venant, Bresse, Duhem étendent aux liquides visqueux le théorème de Lagrange sur la conservation du potentiel des vitesses et montrent ainsi qu'il ne faut pas songer à la viscosité pour expliquer l'apparition des tourbillons dans les mouvements des fluides partant du repos quand les forces sont conservatives. Comment donc les tourbillons peuvent-ils naître? En 1880, Boussinesq fait voir qu'ils proviennent de l'adhérence du fluide aux parois solides qu'ils baignent. Par une sorte d'arc-boutement, cette adhérence introduit, dans les intégrales des équations du mouvement, les discontinuités nécessaires pour passer d'une valeur nulle à une valeur finie de la rotation moyenne ou tourbillon. Les considérations de Boussinesq ont été étendues dans des recherches allemandes de Prandtl et de Blasius et plus récemment dans un travail publié en France par un savant russe, Riabouchinsky.

Potentiel des vitesses, rotation moyenne, voilà, semble-t-il, des conceptions bien abstraites. En réalité, comme Helmholtz et ses successeurs l'ont montré, les tourbillons s'observent expérimentalement avec les propriétés que leur assigne la théorie. D'autre part, des expériences récentes de Camichel sur des écoulements analogues aux écoulements industriels vérifient combien exactement, même dans ce cas, les notions de potentiel des vitesses et de tourbillon s'adaptent à la représentation des phénomènes.

L'explication donnée par Boussinesq de la naissance des tourbillons suppose que les fluides adhèrent aux solides. Est-ce bien ainsi qu'ils se comportent contre les parois qui les renferment? Cette question est essentielle pour la mise en équations des problèmes; c'est celle de la manière dont il faut écrire *les conditions aux limites*. Les idées à son sujet se sont précisées par le travail simultané des expérimentateurs et des mathématiciens.

Du Buat et Coulomb paraissent être les premiers qui, à propos d'expériences sur la résistance des fluides, aient parlé d'adhérence entre les fluides et les solides. Des opinions diverses ont été émises sur la façon dont jouait ce phénomène. Du Buat, Prony, Girard, Poisson semblent avoir pensé qu'un solide en mouvement dans une masse fluide entraînait une partie de cette masse qui glissait sur le reste. Pour Coulomb, dont Stokes a plus tard adopté les idées, la vitesse relative du fluide par rapport au solide, nulle à la surface, variait sans discontinuité à partir de zéro quand on s'éloignait de cette surface. Au contraire, dans l'étude qu'il a faite du mouvement d'un fluide visqueux dans un tube cylindrique, Navier admettait qu'il n'y avait pas adhérence et que le fluide glissait sur la paroi.

La solution de la question devait sortir des expériences de Poiseuille.

En 1846, Poiseuille découvre, par des expériences fondamentales, les lois de l'écoulement des fluides visqueux dans des tubes capillaires. Or ces lois ne sont pas d'accord avec la solution théorique du problème donnée par Navier. Mais si on modifie la solution de Navier en supposant simplement que le fluide, au lieu de glisser sur la paroi, y adhère, on retrouve les lois de Poiseuille. Cette remarque, faite pour la première fois par l'allemand Hagenbach en 1860, retrouvée indépendamment par E. Mathieu en 1863, conduit à la conception de Coulomb.

Cette conception d'ailleurs semble avoir été confirmée par les travaux ultérieurs sur les fluides visqueux, aussi bien par les travaux des expérimentateurs, comme Couette, que par ceux des mathématiciens, français ou étrangers qui, en effet, posent toujours l'équation aux limites, pour mouvement des fluides visqueux, en écrivant l'adhérence à la Coulomb. Il est vrai que, selon Duhem, qui a publié de très intéressantes recherches sur la signification physique de cette adhérence (1904), celle-ci pourrait ne pas exister dans tous

Fig. 221. — Belgrand (1810-1878).

les cas. Mais il semble bien qu'on la trouve dans les cas les plus généraux.

L'adhérence disparaît avec les fluides parfaits et non visqueux, pour lesquels la condition aux limites doit exprimer que le fluide glisse sur la paroi. Avec elle, disparaît aussi l'explication de Boussinesq pour la naissance des tourbillons. Mais

Digitized by Google

les fluides naturels sont toujours un peu visqueux et effectivement la considération des fluides à viscosité très faible semble apporter quelque éclaircissement à la manière dont les fluides parfaits se comportent au contact des solides. Cette idée, suivie par l'ingénieur allemand Prandtl, a été récemment reprise en France par Maurice Roy.

Le succès de l'explication de Boussinesq est dû à une propriété mathématique des équations de l'hydrodynamique : ces équations peuvent présenter des intégrales qui, à un instant donné, sont non analytiques dans un domaine à trois dimen-

Fig. 222. — Fourneyron (1802-1867).

sions de l'espace occupé par le fluide. L'arc-boutement sur les parois détermine l'apparition de ces intégrales. Les mathématiciens se sont demandés s'il ne pourrait pas y avoir des intégrales qui, à tout instant, soient non analytiques sur une surface. De telles intégrales existent pour les fluides compressibles, et Hugoniot a trouvé dans cette circonstance une remarquable interprétation des phénomènes de propagation. Pour les fluides incompressibles, visqueux ou non, Duhem a montré (1903) que la chose n'est possible que dans le cas très spécial où la masse fluide se partage en parties distinctes, séparées par des surfaces qu'il a appelées des *ondes-cloisons*. Cette conception, qui paraît tout d'abord bien abstraite, trouve en réalité une illustration frappante dans les expériences de Bénard (1900).

***

Abandonnons maintenant les généralités et passons rapidement en revue quelques problèmes abordés, tant dans la statique que dans la dynamique des fluides, par les savants et les ingénieurs. Nous disons *abordés* et non *résolus*, car la solution d'un problème n'est jamais complète; elle est seulement plus ou moins avancée, plus ou moins tributaire de la méthode mixte dont nous parlait Bossut tout à l'heure. On passe par transitions insensibles de ceux où l'expérience peut se borner à vérifier les conséquences de la théorie à ceux où elle intervient comme élément essentiel de la solution.

Ce serait sortir de notre sujet que de suivre le problème des corps flottants jusque dans les recherches relatives aux constructions navales : nous nous bornons ici à l'hydrostatique et à l'hydrodynamique générales. Mais ce n'est pas les quitter que de rappeler, à propos de la question de la stabilité des corps flottants et des études auxquelles elle a donné lieu en France, les travaux de Bouguer, qui a introduit la notion de métacentre (1746), ceux de Dupin, avec la conception des surfaces de carène (1814), ceux de Duhamel, de Poisson, de Bravais, de Jordan et enfin les solutions données par Guyou (1879) et par Duhem (1895). La méthode de Guyou repose sur le principe que, pour qu'un système pesant soit stable, le centre de gravité doit être le plus bas possible. Elle ressuscite — d'ailleurs sans la connaître — une méthode donnée par Huyghens dès 1650 dans un écrit resté inédit. Le célèbre Hollandais n'avait pas lui-même aperçu toute l'importance de son étude, et, peu satisfait de son œuvre, il avait, en 1652 et en 1679, ajouté sur son manuscrit des notes déclarant qu'elle n'avait pas d'intérêt : « Omnia mutanda », avait-il écrit. Il est piquant de constater que le développement de la théorie du navire a ramené les modernes à ses premières idées.

De même, si nous voulons suivre le problème de la figure de la terre, auquel se relie celui des marées, il faudrait entrer dans le domaine de la Mécanique céleste et parler des travaux de Laplace, de ses prédécesseurs, de ses successeurs. Nous ne le ferons pas, nous bornant à isoler la question, plus proprement hydrostatique, de l'équilibre d'une masse liquide en rotation soumise à la gravitation mutuelle de ses particules. Les savants français y ont pris une belle part, avec la découverte, par Clairaut, des figures d'équilibre en forme d'ellipsoïdes de révolution, retrouvés par Mac Laurin, avec les travaux de Liouville sur les ellipsoïdes de Jacobi, avec enfin les profondes recherches de Poincaré (1885), sur des figures d'équilibre nouvelles, étudiées encore récemment par Pierre Humbert.

La théorie des actions capillaires apporte une application particulièrement intéressante de l'hydrostatique. Malgré quelques précurseurs, il est

Digitized by Google

permis de dire qu'elle a été constituée par Laplace, qui l'a fondée sur l'hypothèse d'actions moléculaires sensibles seulement à des distances insensibles (1806). Nous n'entrerons pas dans l'histoire des développements que lui ont donnés les physiciens; nous citerons seulement les travaux de Poisson et du célèbre mathématicien allemand Gauss.

En hydrodynamique, un des problèmes qui ont reçu la solution la plus complète est celui des ondes ébranlant une masse fluide.

Le premier travail où soit abordée une question de cette nature est de Laplace (1776). Cet auteur découvre à peu près le phénomène du clapotis et ses lois dans un cas, il est vrai, très particulier. Mais son étude n'est qu'une ébauche. En 1804, au contraire, le mathématicien autrichien Gerstner donne les lois exactes de la houle. La théorie de ce phénomène, ainsi que celle du clapotis, qui peut s'en déduire, a été approfondie en France par Emy, Reech et surtout par Bertin (1869) et par Boussinesq (1869-1895). Celui-ci notamment a montré que les lois de Gerstner sont nécessaires et a étudié, suivi d'ailleurs par Nau, l'extinction de la houle et du clapotis sous l'influence de la viscosité.

Lorsqu'on retire brusquement un corps solide d'abord plongé dans un liquide, ou lorsque la surface libre d'un liquide reçoit une action brusque, comme celle d'un coup de vent, il se produit des ondes d'émersion ou d'impulsion. Les recherches sur ce sujet débutent par deux beaux mémoires de Cauchy et de Poisson (1815). Boussinesq à son tour étudie la question par une méthode nouvelle. Jusqu'à ces derniers temps, plusieurs savants français (Rousier, Vergne, Hadamard, Risser) ont apporté à cette question, traitée aussi par les Italiens, d'importantes contributions ; on peut encore y rattacher les études de Robin sur les percussions dans les fluides. Il y a là un ensemble particulièrement remarquable de mémoires de physique mathématique. Mais ce ne sont pas seulement des exercices de calcul. Leurs conclusions sont en parfait accord avec l'expérience, et ils fournissent une des meilleures preuves de la valeur physique des équations de l'hydrodynamique. Déjà, Poisson comparait ses résultats avec ceux d'expériences antérieures de Biot. Une vérification systématique a été faite plus tard en Italie par Bidone. « L'accord entre les résultats de ces expériences que j'ai répétées plusieurs fois et ceux de la théorie, dit cet auteur, ne saurait être plus parfait... La théorie de M. Poisson correspond parfaitement (à l'expérience) dans tous les cas où on a pu exécuter (celle-ci) d'après les conditions requises par la même théorie.»

Les ondes d'émersion et d'impulsion sont en réalité un phénomène complexe ; elles sont formées par la superposition de mouvements élémentaires, et il en est de même du clapotis. Ces mouvements élémentaires sont des ébranlements affectés de propagation. La première étude d'une propagation d'ébranlement a été faite par Lagrange (1787) qui a montré que, dans un canal peu profond, la célérité est égale à la racine carrée du produit de la gravité par la profondeur. Dans un canal profond, au contraire, on trouve une autre valeur de la célérité, comme cela résulte des travaux de Poisson. Mais la solution de Lagrange a pris une importance toute spéciale par la découverte de l'onde solitaire. Même dans les canaux profonds, en effet, on peut, dans certaines conditions, observer des ondes qui se propagent approximativement avec la célérité de Lagrange. Ce phénomène a été découvert expérimentalement en Angleterre par Scott Russell. La théorie en a été donnée par Boussinesq, qui a expliqué toutes les particularités observées par Scott Russell, par de Cali-

Fig. 223. — Poncelet (1788-1867).

gny et par Bazin, et qui a de plus étudié l'influence de la viscosité pour éteindre l'onde.

Depuis que la loi de Torricelli avait été justifiée par D. Bernoulli, le progrès qui restait à faire dans la connaissance de l'écoulement par un orifice était la détermination théorique de la contraction de la veine découverte par Newton. Or ce problème est si difficile qu'il n'est encore aujourd'hui qu'incomplètement résolu.

C'est Borda qui a le premier donné quelques indications sur ce sujet, démontrant par des raisonnements simples, d'un caractère approximatif, mais parfaitement corrects, que le coefficient de contraction est ½ dans l'ajutage rentrant (1766). Navier

Digitized by Google

a ensuite, par des indications sommaires, justifié assez bien l'ordre de grandeur du coefficient dans les autres cas. On doit à Résal une théorie plus poussée, convenant à des ajutages d'une certaine forme. L'illustre Helmholtz a traité la question en Allemagne par une méthode très belle et très importante ; sa solution, qui suppose le fluide non pesant, a été étendue aux fluides pesants par le français Sautreaux, mais elle n'est applicable qu'à un orifice infiniment allongé. Boussinesq a publié sur le sujet de profondes recherches, continuées par Saint-Venant, mais sa théorie a encore besoin de quelques hypothèses. Si donc la question est com-

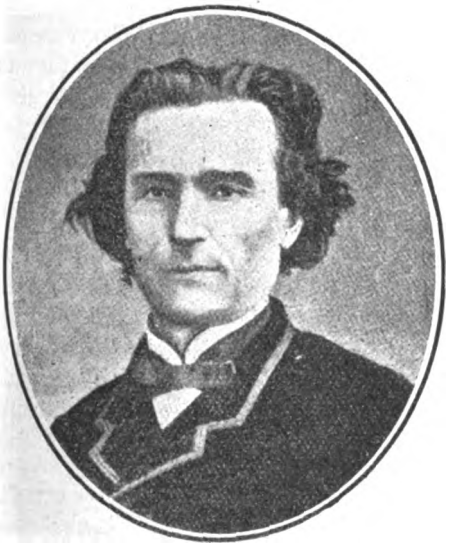


Fig. 224. — Louis-Dominique Girard (1815-1871)

plètement élucidée en gros, les expériences y restent indispensables pour la détermination exacte des coefficients. Il en a été fait de nombreuses. Puisqu'il s'agit ici des travaux français, citons, après celles des fondateurs de l'hydraulique (Bossut, du Buat) celles de d'Aubuisson, de Poncelet et Lesbros, de Graeff, de Bazin.

Le problème du déversoir présente un caractère analogue. A côté des travaux théoriques de Bélanger et de Boussinesq, qui sont encore obligés d'invoquer des hypothèses, les recherches des expérimentateurs, parmi lesquelles émergent celles de Bazin, jouent un rôle essentiel. Il faut dire cependant que l'appel aux hypothèses est déjà bien réduit chez Boussinesq et ses élèves (Enache de la Olt).

Il est sans doute bien remarquable que le problème de l'écoulement par les orifices, le premier problème de mouvement des fluides que les mécaniciens modernes aient envisagé, n'ait encore reçu, près de trois siècles après Torricelli, que des solutions incomplètes. Mais que dira-t-on de celui de la résistance des fluides, qui a joué un si grand rôle dans la constitution de l'hydrodynamique?

Nous savons qu'on a d'abord calculé l'action d'un courant indéfini sur un solide en l'assimilant à une veine limitée. Nous savons aussi que lorsque les auteurs du XVIII^e siècle ont fait cesser cette confusion, ils se sont trouvés en présence d'une nouvelle difficulté : le calcul de l'action sur un solide immergé donnait toujours zéro ; c'est le paradoxe de d'Alembert. La connaissance du phénomène ne pouvait donc être, à cette époque qu'expérimentale. Non seulement la théorie ne permettait de rien calculer, mais encore elle n'expliquait rien. Aussi, ont été exécutées au XVIII^e siècle d'importantes séries d'expériences, celles de Bossut, de Borda, de Thévenard, de du Buat. Ce dernier est parvenu à mesurer la pression autour du solide soumis à l'action du fluide et a insisté sur le rôle des dépressions à la poupe. Quant à Borda, il est le premier, si nous ne nous trompons, qui ait montré (1763) la fausseté de la loi dite du sinus carré. Les premières conceptions sur la résistance des fluides avaient conduit à penser que l'action d'un courant sur un plan était proportionnelle au carré du sinus de l'angle d'incidence (Mariotte, Pardies, Newton). Cette idée a survécu aux conceptions qui l'ont fait naître. Son renversement devait être long. C'est Borda qui l'a commencé.

Les expérimentateurs du XIX^e siècle ont continué l'œuvre de ceux du XVIII^e. Comme eux, ils ont opéré à la fois sur l'air et sur l'eau. Effectivement, si l'on excepte la balistique, l'air se comporte sensiblement comme un fluide incompressible dans la plupart des applications, et presque toujours ces chercheurs avaient comme but plus ou moins lointain quelque problème technique : constructions navales, roues hydrauliques ou moulins à vent, résistance au mouvement des trains de chemins de fer, navigation aérienne. On peut citer en France Piobert, Morin, Didion, Thibault, Duchemin, de Pambour, Joessel, Penaud, Renard, parmi ceux qui ont développé au XIX^e siècle la connaissance expérimentale de la résistance des fluides.

Mais l'explication du phénomène manquait toujours. Elle manquait même, peut-on dire, de plus en plus. Toutes les études théoriques retrouvaient en effet le paradoxe de d'Alembert. Poisson, étudiant le mouvement d'une sphère dans un fluide, dégageait bien un résultat important, l'expression de la résistance dans le cas d'une translation accélérée, mais il trouvait toujours une action nulle pour une translation uniforme. Tout récemment encore, les travaux de Cisotti en Italie et ceux de Noaillon et de Painlevé en France ont confirmé que dans le cas le plus général, si on suppose un liquide

Digitized by Google

parfait en mouvement bien continu, le paradoxe de d'Alembert subsiste.

On est cependant parvenu aujourd'hui à sortir à peu près de cet impasse. Des théories diverses ont été proposées sur la résistance des fluides. Bien qu'elles soient fondées sur des principes différents, il semble qu'elles soient toutes vraies à la fois, parce que, en réalité, il s'agit de quelque chose de très complexe et que, suivant les circonstances, c'est telle ou telle explication qui donne le gros du phénomène : théorie invoquant la viscosité, inaugurée par Stokes (1850), développée en France par Boussinesq et par Liénard, qui s'applique aux mouvements très lents des corps ; théorie de Poncelet et Saint-Venant (1839-1847), faisant intervenir les pertes de force vive à la Borda, souvent purement qualitative, conduisant cependant dans quelques cas simples à des calculs sensiblement vérifiés par l'expérience (expériences de Grèzes 1924) ; théorie de Kirchhoff (1877), Rayleigh et Levi Civita, fondée sur l'existence des surfaces de glissement de Helmholtz, développée en France par Brillouin, Villat, Thiry, et qui paraît applicable aux obstacles sensiblement normaux aux courants ; théorie de Kutta, de Joukowski, de Lanchester et de Prandtl, fondée sur les propriétés des potentiels non uniformes et des tourbillons, suivie en France par Roy, qui semble convenir au contraire aux corps faiblement inclinés sur le courant.

La théorie commence donc vraiment à rendre compte de la résistance des fluides. Il va sans dire que l'expérience reste indispensable et on sait le développement qu'elle a pris depuis l'essor de la navigation aérienne. Sans doute les théories ne suivent-elles pas jusqu'au bout les expériences dans leurs résultats quantitatifs ; mais il y a déjà un accord suffisant pour dire qu'elles sont en quelque sorte tangentes à la réalité : citons particulièrement, puisqu'il s'agit ici de liquides, les vérifications de Camichel sur les surfaces de glissement.

Les considérations théoriques guident d'ailleurs très utilement les expérimentateurs, et, parmi celles qu'on utilise le plus, figurent celles sur la similitude. Mariotte et Newton se sont déjà servis des considérations de similitude dans l'étude de la résistance des fluides. Les hydrauliciens du XIX^e^ siècle les ont employées pour définir les conditions dans lesquelles les expériences doivent être faites sur les petits modèles pour être l'image de la réalité. Les règles à suivre sont différentes suivant la nature du problème, suivant l'influence respective des facteurs en jeu : règle donnée par Reech (1852) puis par l'anglais Froude pour corriger l'influence de la pesanteur, règle d'Osborne Reynolds pour corriger celle de la viscosité et nous ajouterons, sortant un peu du domaine des fluides incompressibles, règle de Sarrau (1884) et de Bairstow et Booth pour corriger l'influence de la compressibilité (1). On sait le rôle important que jouent aujourd'hui ces diverses règles dans les essais de carènes de navire et dans les essais aérotechniques. Nous n'entrerons pas d'ailleurs dans l'histoire des nombreuses expériences exécutées depuis 1900, en vue surtout de la navigation aérienne : cela nous éloignerait trop de l'hydrodynamique générale.

Nous n'avons pas caché, dans la revue qui précède, les points sur lesquels la théorie est encore incomplète. Mais on a pu voir que souvent elle pénètre très loin dans l'explication des phénomènes. Assurément elle est parfois fort difficile et certains esprits pourraient être tentés de lui dénier tout intérêt quand elle se borne à retrouver, par des calculs pénibles, ce que l'expérience permet d'obtenir directement. Une telle opinion résulterait d'une vue étroite des choses. Il s'agit de savoir si le mouvement des fluides obéit à des lois et à des lois exprimables mathématiquement. Répondre à cette question mérite qu'on se donne de la peine. Et la peine qu'on s'est donnée a porté ses fruits. Elle a montré que les équations de l'hydrodynamique sont exactes et fournissent des résultats conformes à l'expérience. On peut être assuré aujourd'hui que si la difficulté de leur traitement oblige, dans certains problèmes, à mélanger leur emploi avec des considérations expérimentales, cette méthode mixte n'est entachée d'aucune contradiction.

***

La méthode mixte, mélange de solutions théoriques et de déterminations expérimentales, est particulièrement indiquée dans les questions concernant l'écoulement de l'eau dans les tuyaux, dans les canaux et dans les fleuves.

Mariotte avait déjà vu que les parois des tuyaux introduisent une résistance au mouvement. Pitot — à qui l'on doit le tube classique permettant la mesure de la vitesse des courants — avait énoncé que cette résistance est en raison inverse du diamètre (1728). Des expériences beaucoup plus précises ont été faites par Couplet (1732) et par Bossut (1771), ce dernier ayant opéré non seulement sur des conduites mais encore sur des canaux découverts. Mais aucun principe général ne se dégageait de ces études. D'autre part beaucoup d'hydrauliciens, notamment en Italie, comme Guglielmini à la fin du XVII^e^ siècle, avaient observé avec sagacité les cours d'eau, mais aucun n'avait donné de bonne règle pour en calculer la

(1) On trouvera un historique plus détaillé de cette question dans la *Technique aéronautique* du 15 mars 1924.

Digitized by Google

vitesse, et on pourrait citer au contraire à ce sujet des applications fantaisistes de la règle de Torricelli (1).

Cette lacune a été comblée par l'ingénieur des ponts et chaussées de Chézy en 1775 et par le colonel du génie du Buat en 1779 et 1786. Écoutons ce que dit du Buat dans la préface de son Traité de 1786, à propos des canaux. Pour lui, le problème qui lui paraît « devoir être la clef de l'hydraulique » est « de déterminer quelle est la vitesse d'un courant dont la pente et le lit sont donnés ». Aucune règle ne permet actuellement de le résoudre. On peut en trouver une en remarquant que « la vitesse d'un fleuve ne s'accélère pas à l'infini : qu'au contraire elle persévère dans un degré assez borné, quand elle a atteint l'uniformité ». Or, il est évident que, « quand l'eau coule uniformément dans un lit quelconque, la force accélératrice qui l'oblige à couler est égale à la somme des résistances qu'elle essuie soit par sa propre viscosité, soit par le frottement du lit ». Du Buat pose ainsi l'équation du mouvement uniforme dans les canaux comme nous le faisons aujourd'hui en égalant l'action du frottement à l'effet de la pente motrice.

Pour appliquer son principe, du Buat fait une étude spéciale du frottement contre les parois. Il multiplie les expériences et utilise aussi celles de Bossut. Il montre que le frottement est indépendant de la pression, en raison inverse du rayon moyen, un peu au-dessous de la proportionnalité au carré de la vitesse. Il l'exprime par une formule applicable à la fois aux canaux et aux conduites. Il ébauche l'étude des remous produits par un barrage dans un cours d'eau.

Les idées de de Chézy, un peu antérieures, mais restées inédites dans un rapport administratif, sont analogues quoique peut-être moins développées. Sa formule du frottement indique la proportionnalité au carré de la vitesse.

L'œuvre de de Chézy et de du Buat est l'origine des nombreux travaux poursuivis au XIX^e^ siècle par les ingénieurs, principalement par les ingénieurs des ponts et chaussées, sur les eaux courantes.

La connaissance des lois du frottement est devenue plus exacte. Il convient de mentionner ici en première ligne les ingénieurs à qui l'on doit de nouvelles recherches expérimentales, Darcy pour les tuyaux, Bazin pour les canaux. Leurs travaux, qui mettent en évidence l'influence de la nature des parois, négligée par leurs prédécesseurs, fournissent une documentation de tout premier ordre. Pour ce qui est des formules proposées par divers auteurs, il y en a eu beaucoup, depuis celles de Prony et de d'Aubuisson qui ont précédé Darcy et Bazin, jusqu'à celles de Darcy et de Bazin eux-mêmes, de Maurice Lévy et de Flamant. La question de ces formules se transforme actuellement, sous l'influence des auteurs allemands et anglais, par l'introduction des considérations de similitude, et notamment du paramètre de Reynolds. On doit prévoir que les formules généralement usitées en France sont destinées à être modifiées. Remarquons cependant que la formule de Flamant, proposée avant le développement des idées nouvelles, rentre dans le type auquel elles conduisent. En tout cas, l'œuvre expérimentale de Darcy et de Bazin conserve toujours sa valeur.

La théorie du mouvement de l'eau dans les canaux et dans les tuyaux s'est réellement constituée par les travaux de nombreux auteurs tels que Bélanger, Dupuit, Saint-Venant, Bresse, de Caligny. Bélanger notamment, reprenant le principe de Borda sur les changements brusques, l'a éclairé à la lumière du théorème des quantités de mouvement et l'a appliqué à la théorie du ressaut, découvert expérimentalement par l'italien Bidone.

Quelle est la signification de ce frottement contre les parois qui joue un si grand rôle dans le mouvement des eaux courantes? Faut-il y voir une résistance analogue à celle que décèlent, dans les tubes étroits, les expériences de Poiseuille? L'identité n'est certainement pas complète, car l'application des équations des fluides visqueux, avec la valeur du coefficient de viscosité donnée par l'expérience, à l'écoulement dans un canal de 2 mètres de rayon, très peu incliné, conduit à une vitesse énorme, comparable à celle d'un boulet de canon, et ce résultat est inadmissible. Il faut donc qu'il y ait dans les eaux courantes quelque chose de nouveau, une cause quelconque produisant une perte de force vive. Le régime de l'écoulement y diffère de celui des tubes de Poiseuille ; les vitesses en un point n'y sont pas rigoureusement constantes ; elles oscillent autour d'une moyenne locale et cette agitation ou turbulence dissipe une partie de l'énergie. On est ainsi conduit à opposer le régime d'écoulement hydraulique au régime laminaire.

La distinction des deux régimes remonte au physicien allemand Hagen qui l'a faite à propos d'expériences analogues à celles de Poiseuille (1851). Mais elle n'a pas d'abord attiré l'attention : les hydrauliciens et les physiciens, dit M. Brillouin, s'ignoraient les uns les autres. Elle a dû être retrouvée par Darcy en 1857. En 1883, elle a été précisée par Reynolds qui a tenté de formuler des règles pour le passage de l'un à l'autre. Il résulte d'un travail théorique de Lorentz et d'expériences récentes de

(1) Par exemple, dans quelques-uns de ces travaux, on trouve cette idée que la vitesse de l'eau aux divers points d'une même section d'un canal est proportionnelle à la racine carrée de la profondeur des points au-dessous de la surface libre.

Digitized by Google

Camichel que ces règles ne sont pas aussi rigides que l'a dit Reynolds, mais cette remarque ne supprime pas l'intérêt des recherches de Reynolds.

Dès 1872, Boussinesq a trouvé le moyen d'étudier les régimes turbulents en écrivant les équations de l'hydrodynamique avec les vitesses moyennes locales et en y introduisant une viscosité fictive destinée à tenir compte de l'énergie absorbée par la turbulence. A partir de ce point de départ, il a poursuivi d'importantes recherches théoriques sur tous les phénomènes des eaux courantes, continuées d'ailleurs par quelques-uns de ses élèves, comme Grandjean, recherches qui sont une manifestation de cette pénétration de plus en plus avancée de la théorie dans les problèmes techniques, que nous avons signalée à plusieurs reprises.

L'hydraulique des canaux se prolonge par celle des fleuves. L'hydraulique fluviale, à son tour, se relie à l'hydraulique souterraine. Ici l'observation joue naturellement un grand rôle. Il faut citer les noms de Dausse, Fargue et celui de Belgrand qui a été un initiateur dans ses études hydrologiques sur le bassin de la Seine (1873). L'interprétation de certains phénomènes dépend de la connaissance des lois de la filtration qui ont été étudiées par plusieurs expérimentateurs : Darcy et Ritter, Duclaux, Bazin, Becquerel, et particulièrement J. Brunhes (1881). D'autre part la théorie elle-même intervient dans ces questions, avec les travaux de Boussinesq. Dans ces recherches à la fois expérimentales et rationnelles, Belgrand et Boussinesq ont eu des disciples dans les ingénieurs du service de l'annonce des crues (Lemoine, Maillet).

A côté des problèmes de frottement, l'hydraulique des tuyaux présente une question qui a pris dans l'industrie une grande importance, dont la solution a d'ailleurs un caractère très avancé, et où se montre particulièrement la collaboration des mathématiciens, des physiciens et des ingénieurs dont nous parlions au début de cet article. Il s'agit du mouvement de l'eau dans un tuyau à parois élastiques.

Le problème s'est posé d'abord à propos du pouls dans les artères. Il a été envisagé sous ce point de vue par Euler dès 1775, puis par une série de savants (Young, Weber, etc.), expérimentateurs ou théoriciens, qui sont parvenus à l'expression de la vitesse de propagation d'un ébranlement. Ces savants sont d'ailleurs des étrangers et la question n'a été étudiée en France qu'en 1876, expérimentalement par Marey, théoriquement par Résal. D'autre part les recherches sur les tuyaux sonores à parois élastiques exécutées en France par Savart et Cagniard de la Tour (1835), à l'étranger par Liscovius, Wertheim, Helmholtz, ont attiré l'attention sur un autre cas, celui où l'élasticité du fluide et celle de la paroi entrent simultanément en jeu. En 1878, Korteweg élabore une théorie applicable aux deux cas.

La question rebondit, pourrait-on dire, à propos des conduites d'alimentation des turbines. Lorsqu'on ferme brusquement une telle conduite, il s'y produit un coup de bélier et le coup de bélier présente un caractère oscillatoire que l'ingénieur suisse Michaud explique par l'intervention de l'élasticité de l'eau et de la paroi (1878). Le problème de Korteweg est alors repris au point de vue industriel par l'ingénieur russe Joukowski (1898) et l'ingénieur italien Allievi (1904), qui d'ailleurs ignoraient le travail de leur devancier. Ils le ramènent à l'intégration, dans un cas particulier, de l'équation des cordes vibrantes.

A partir de 1904, les savants français ont fait faire de grands progrès à la question. Des expériences ont été faites sous la direction de Rateau à Allevard. De Sparre a perfectionné d'une manière très originale la méthode d'Allievi et poussé très loin la détermination du coup de bélier dans des cas variés. On doit à Camichel, Eydoux et Gariel une importante étude comprenant à la fois des recherches théoriques, des essais sur des conduites industrielles et des expériences de laboratoire : l'association de ce triple moyen d'étude a donné des résultats remarquables. Citons aussi les travaux de Foch.

Dans une autre voie, il était intéressant d'étudier dans tous ses détails, par les équations les plus générales de l'hydrodynamique, la propagation d'un ébranlement unique dans un tuyau à parois élastiques. C'est ce qu'a fait Boulanger (1905) par application des méthodes imaginées par Boussinesq pour l'étude de l'onde solitaire des canaux. J'ai montré moi-même que la question pouvait aussi être rappelée aux études de Riemann et d'Hugoniot sur la propagation, dans les fluides compressibles, des ondes ordinaires ou de choc (1914).

***

L'utilisation de l'eau dans les machines est fort ancienne et, puisqu'il s'agit ici de la France, on peut dire que de nombreuses machines ; hydrauliques y existaient au XVIII^e^ siècle. Un tableau de la situation à cette époque est donné dans les quatre volumes de l'*Architecture hydraulique* du général Bélidor, parus de 1737 à 1753. Cet ouvrage ne traite pas d'ailleurs seulement des machines, il embrasse toutes les questions relatives à l'utilisation de l'eau, conduites, canaux, travaux hydrauliques, etc. Il a joui d'une grande célébrité, a été réédité de 1782 à 1790 et traduit en allemand. En 1819, une nouvelle édition du tome I a paru avec des notes de Navier ; mais ces notes ont une telle

Digitized by Google

ampleur qu'il s'agit vraiment d'un livre nouveau. Navier y apporte les corrections rendues indispensables par les progrès de la science. On peut dire que cette édition de 1819 marque le passage de l'hydraulique des ingénieurs du XVIII^e siècle à celle des ingénieurs du XIX^e.

Parmi les machines que décrit Belidor figure la fameuse machine de Marly, installée au XVII^e siècle par le liégeois Rennequin Sualem, qui a été longtemps considérée comme une merveille. Figure également la machine à colonne d'eau à simple effet imaginée en 1731 par Denisard et de la Deuille. Mais il faut citer spécialement certaines roues de moulins qui sont de véritables turbines. Les roues « que l'on fait en Provence et dans le Dauphiné », appelées plus tard roues à cuillères, sont des turbines à action et à injection partielle ; les roues « du moulin de Basacle, près de Toulouse », appelées plus tard roues à cuve, sont plutôt à réaction et présentent une analogie remarquable avec les types modernes introduits par Kaplan, de Brünn.

Le livre de Bélidor peut marquer le point de départ du développement des machines modernes.

Dans le domaine des machines à mouvement alternatif, les frères Montgolfier, illustres par leur découverte des aérostats, ont apporté des contributions intéressantes. Les brevets anglais de Bramah sur la presse hydraulique ont été inspirés, Bramah l'a dit lui-même, par les brevets antérieurs de Joseph Montgolfier. D'autre part Joseph et Etienne Montgolfier construisent en 1796 avec Argand le bélier hydraulique ; mais ici, au contraire, ils ont été devancés en 1772 par l'anglais Whitehurst.

En ce qui concerne les roues proprement dites, le brevet français le plus intéressant est celui de Sagébien (1851) qui a créé un moteur d'excellent rendement.

Mais, en matière hydraulique, les machines les plus intéressantes, celles qui ont fait l'industrie de la houille blanche, sont les turbines.

Nous avons dit que des turbines imparfaites existaient dans certains moulins en France au XVIII^e siècle. Il y en avait aussi, bien entendu, à l'étranger, et notamment en Allemagne, la roue imaginée par Segner en 1750. L'illustre Euler, suivi par son fils Jean-Albert, sont parmi les premiers qui aient analysé exactement le fonctionnement de ce genre de machine (1750-1754) et ils ont proposé eux-mêmes une roue qui est une véritable turbine à réaction. Ils sont vraiment les précurseurs des machines actuelles.

C'est en France que les idées d'Euler ont fructifié. Le levier hydraulique de Mannoury d'Ectot (1813) se rattache à la roue de Segner. Mais c'est à Burdin, professeur à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, et surtout à Fourneyron, qui a été son élève à cette école, que l'on doit les appareils modernes. Burdin expose ses idées en 1827 dans un Mémoire présenté à la Société d'Encouragement et construit deux petites machines hélicoïdes qui fonctionnent dans le Puy-de-Dôme (1828, 1833) ; c'est lui qui crée le mot de *turbines*. Ses réalisations toutefois sont encore un peu grossières. Celles de Fourneyron au contraire (1832) sont tout à fait industrielles. Avec son distributeur cloisonné et son vannage à cylindre, la turbine Fourneyron offre tous les organes essentiels des turbines actuelles ; son inventeur indique même l'emploi du diffuseur. Presque du premier coup, elle atteint un rendement de 70 %. Aussi a-t-elle un succès considérable.

Le type de Fourneyron était centrifuge et à réaction. Après lui l'ingénieur allemand Henschel et les ingénieurs français Fontaine (1840) et Jonval (1841) développent les turbines hélicoïdes. Enfin une turbine centripète existait avant 1849 à la poudrerie du Bouchet.

Tous ces appareils étaient à injection totale et, sauf la Fontaine, fonctionnaient avec une certaine réaction, c'est-à-dire que la veine fluide arrivait sur la roue avec une énergie partiellement cinétique (vitesse) et partiellement potentielle (pression). C'est le principe d'Euler. Les ingénieurs français ont aussi conçu et réalisé le second principe d'après lequel on peut faire marcher des turbines, celui de la veine libre, avec énergie de la veine entièrement cinétique.

L'initiateur de ce principe est Poncelet, avec le perfectionnement qu'il apporte à la vieille roue en dessous, dont il fait la roue en dessous à aubes courbes (1821). Les travaux de Dominique Girard se rattachent à ceux de Poncelet, leur auteur le proclame lui-même. Avec son collaborateur Callon, Girard, connu aussi par d'autres travaux hydrauliques remarquables, est le promoteur des turbines à veine libre et à injection partielle (1851-1868).

L'industrie des turbines est ainsi née en France. Mais ses derniers perfectionnements sont venus d'ailleurs. Ce sont les Américains qui ont créé les types modernes, aussi bien pour les turbines à réaction que pour les turbines à action, avec les turbines centripètes Francis et les roues Pelton. C'est le professeur Kaplan, de Brünn, qui a récemment orienté la construction des turbines pour basses chutes vers des types qui rappellent les anciennes roues à cuve.

A côté des créations des inventeurs, les travaux des savants qui se sont appliqués à la théorie des machines pâlissent un peu : ils ont cependant leur prix. Euler a donné les premières formules sur le fonctionnement des turbines. Borda (1767) puis Navier (1819) ont présenté aussi des théories, sans

Digitized by Google

doute sommaires, mais où les idées essentielles se montrent déjà. A côté d'eux, il faut citer ceux qui ont expérimenté sur les machines, notamment le général Morin. En 1843, Combes publie des *Recherches théoriques et expérimentales sur les roues à réaction ou à tuyaux* où il introduit pour la première fois dans le sujet les considérations de similitude mécanique.

Ces considérations sont reprises en 1892 et 1900 par Rateau, qui en fait sortir la notion de coefficients et courbes caractéristiques. Les coefficients caractéristiques jouent aujourd'hui un rôle considérable dans la technique des turbines. A la vérité, ils sont généralement employés sous la forme introduite par Camerer, mais les *vitesses spécifiques* de Camerer sont au fond identiques aux coefficients de Rateau.

Dans son traité des turbo-machines de 1900, Rateau expose en outre une méthode graphique pour étudier le rendement des turbines. Une méthode analytique a été d'autre part développée par de Sparre.

Divers savants étrangers (Bauersfeld, Lorenz, Prazil) ont introduit dans la théorie des turbines les notions de potentiel des vitesses etd et ourbillon. En France, ces considérations ont été développées et complétées par Eydoux et par Hahn.

L'utilisation des turbines pose des problèmes importants de régularisation. L'emploi du régulateur à action directe est impossible, les vannages étant trop durs à manœuvrer. On a autrefois employé les régulateurs à action indirecte. Ils sont généralement remplacés aujourd'hui par les régulateurs à servo-moteur et le principe de l'action indirecte ne se retrouve plus guère que sous la forme détournée de la compensation. L'application du servo-moteur au régulateur a été indiquée par son inventeur, Farcot ; mais la réalisation en ce qui concerne les turbines hydrauliques est due à l'ingénieur suisse Piccard.

La théorie de la régulation a été faite par Léauté pour l'action indirecte (1885), par Rateau pour les régulateurs à servo-moteurs (1900). Elle a donné lieu à d'autres travaux intéressants de Routin, de Barbillion.

Les pompes centrifuges sont l'inverse des turbines. Elles sont relativement récentes puisqu'elles ont été créées en 1851, par Appold, en Angleterre. M. Frémont, qui a étudié l'histoire de tant d'appareils industriels, s'est demandé pourquoi l'évolution de ces pompes avait été si en retard par rapport à celles des ventilateurs dont on trouve des modèles caractérisés dés 1550. Il en voit la raison dans l'idée malencontreuse qu'auraient eu les premiers inventeurs de faire des pompes à mouvement centripète de l'eau. Quoi qu'il en soit, ces machines, venues relativement tard dans l'industrie, ont pris un développement considérable. Se présentant d'abord comme susceptibles surtout d'élever beaucoup d'eau à une faible hauteur, elles ont été progressivement adaptées à des hauteurs de plus en plus fortes, et l'on atteint aujourd'hui, par le couplage des roues en tension, des élévations de plusieurs centaines de mètres. Cette évolution date de 1900 environ. Un des hommes qui y ont le plus contribué est certainement Rateau qui a, de plus, étendu à la théorie de ces machines la notion de coefficients caractéristiques.

***

Dans l'étude de la Nature, l'homme peut se proposer deux buts qu'il est peut-être un peu artificiel de séparer, qui pourtant se distinguent assez bien l'un de l'autre, comprendre et pouvoir ; comprendre, c'est-à-dire élaborer une connaissance scientifique des phénomènes ; pouvoir, c'est-à-dire savoir les faire servir à son usage. Nous avons cherché à suivre les efforts des savants et des ingénieurs français vers ces deux buts dans le domaine de la mécanique des fluides. Nous espérons avoir montré qu'ils n'ont pas failli à cette double tâche et que leur part est vraiment importante dans la constitution de l'hydrostatique et de l'hydrodynamique théoriques ou appliquées (1).

Emile JOUGUET,
Inspecteur général des Mines,
Professeur à l'Ecole supérieure des Mines.

(1) Quelques-uns des portraits qui illustrent cet article ont été empruntés à l'*Histoire documentaire de la Mécanique française*, par Eude (chez Dunod, 1902). La plupart des autres m'ont été communiqués par M. Frémont, que je remercie vivement de son obligeance. D'autre part, parmi les travaux que j'ai abondamment utilisés, je citerai spécialement les études historiques de Saint-Venant et de Duhem.

Digitized by Google

IV. TECHNOLOGIE & APPLICATIONS

LES TURBINES HYDRAULIQUES

Par D. Eydoux,

Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Professeur d'Hydraulique appliquée à l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Les turbines hydrauliques rentrent dans la classe des réceptrices hydrauliques qui transforment l'énergie possédée par l'eau qui les traverse en énergie mécanique.

Elles sont, parmi toutes les machines imaginées par l'homme pour utiliser les forces naturelles, les plus anciennes en même temps que les plus universellement connues. On trouve, en effet, dans les pays arabes, des roues hydrauliques offrant une ressemblance frappante avec les vieux rouets qui actionnent encore certains moulins des campagnes françaises.

L'usine hydraulique qui existe encore à Toulouse sous le nom du moulin du Bazacle est citée dans Rabelais ; énfin, dans des traités nombreux et anciens, dont un, rédigé en 1557 par un Italien, qui s'intitule Ingénieur du Roi de France et de Pologne (Henri III), on trouve de nombreux dessins et descriptions de roues hydrauliques.

Et cependant, ces machines sont restées longtemps sans améliorations notables.

Plusieurs causes expliquent cet état de choses.

L'industrie ancienne était encore trop rudimentaire, malgré le bon marché de la main-d'œuvre, pour permettre l'exécution des grands travaux que nécessite la construction d'une usine hydraulique importante. Et d'ailleurs, qu'eût-on fait de la puissance produite ?

Son utilisation nécessite une concentration des fabrications et des industries qui n'est apparue qu'avec le XIXe siècle ; car la diffusion de l'énergie et son transport à distance, dans l'ignorance où l'on était alors de l'électricité, était impossible. L'emploi des moteurs hydrauliques se bornait donc à mettre en marche quelques moulins de faible importance, et le moulin du Bazacle, dont nous venons de parler, aussi bien que la machine de Marly, construite sous Louis XIV, sont restés longtemps des exceptions.

Tant il est vrai qu'une invention, si intéressante qu'elle nous paraisse ensuite, ne peut prendre vraiment corps que lorsque l'état de notre civilisation permet à la fois, et sa réalisation commode, et son utilisation rationnelle.

D'ailleurs, à cette époque, la notion, si importante pour nous, du rendement d'une machine n'existait pas. Pour les moteurs hydrauliques en particulier, les cours d'eau donnaient plus d'eau qu'il n'était utile pour la puissance à produire, et il n'était pas nécessaire de chercher à l'économiser.

Enfin, la science hydraulique n'existait pas ; ce n'est qu'à une époque relativement récente que Daniel Bernoulli énonça son théorème fameux, et il y avait encore beaucoup à faire pour arriver à des résultats utilisables.

Dès le début du XIXe siècle par contre, on comprit, avec la concentration des moyens de production et avant le développement des machines à vapeur, l'admirable source d'énergie que représentaient les eaux courantes.

On chercha à perfectionner les anciennes roues hydrauliques afin d'améliorer leur rendement ; enfin, après 1830, apparurent les premières turbines au perfectionnement desquelles beaucoup d'ingénieurs, aujourd'hui bien connus : Fontaine, Jonval, Fourneyron, Koechlin, pour ne nommer que les précurseurs, ont travaillé.

Mais il n'était pas encore question d'utiliser les hautes chutes créées aujourd'hui par des dérivations de grande longueur des cours d'eau de montagne ou les centrales importantes obtenues en barrant entièrement un fleuve.

Un canal établi en saignée sur la berge d'un cours d'eau, accompagné parfois d'une chaussée pour surélever le niveau de la rivière à la prise, constituait un bief à l'extrémité duquel on établissait dans une chambre, sans canalisations sous pression, la turbine qui, par suite, ne fonctionnait que sous une charge de quelques mètres.

Arrêtons-nous un moment sur ce point avant

Digitized by Google

de passer à l'étape suivante. Il est intéressant pour nous de constater que non seulement la turbine est une invention essentiellement française, mais que les ingénieurs français avaient, par une sorte d'intuition, entrevu beaucoup de perfectionnements modernes. A ce point de vue, l'étude du traité des moteurs hydrauliques, publié en 1858 par Armengaud aîné, est particulièrement intéressante.

Nous nous bornerons à en citer deux exemples qui nous paraissent du plus haut intérêt. L'ouvrage dont nous venons de parler reproduit, d'après l'architecture hydraulique de Bélidor, d'anciennes roues, dites *roues à cuve*, installées en 1725 au moulin du Bazacle. Cette roue à axe vertical, placée dans un tourbillon libre ou *vortex* créé par un canal placé au-dessus de la roue et qui arrive tangentiellement à la paroi de la cuve qui la contient, nous paraît l'ancêtre direct de la plus grande nouveauté actuelle en matière de turbines ; nous avons en vue la roue hélice dont nous parlerons plus loin.

Et, d'autre part, dans la turbine Jonval-Kœchlin, toujours citée par Armengaud, on trouve, dans le bas du tube d'aspiration, un organe destiné à amortir la vitesse restante de l'eau et ressemblant de façon frappante à un dispositif qui se répand en Amérique, sous le nom *d'hydraucone-regainer*.

L'utilisation des chutes ne devait ensuite prendre tout son essor que lorsque Bergès, Frédet et Matussière eurent, chacun de leur côté, aux environs de Grenoble, l'idée de se servir, en les captant par des canalisations sous pression, des hautes chutes des torrents de montagne ; ils utilisèrent pour cela des turbines à impulsion qui furent mises au point par Girard.

Nous n'avons pas l'intention de continuer en détail l'exposé des progrès des turbines depuis cette époque, mais il ne nous a pas paru inutile de montrer la part, on peut dire prépondérante, que les Ingénieurs français ont eue à l'origine de la question.

Les Turbines modernes

Turbines d'impulsion. Roues Pelton.

Les turbines se divisent en deux grandes classes, les turbines d'impulsion et les turbines à réaction, ainsi désignées suivant une terminologie qui n'est pas exempte de critique, mais qui est universellement adoptée.

Les *turbines d'impulsion* sont des roues sur lesquelles l'eau arrive avec toute la vitesse due à la chute ; elles utilisent l'énergie de cette eau entièrement sous forme cinétique. Elles sont donc précédées d'un distributeur formé d'ajutages dans lesquels l'énergie potentielle due à la pression se transforme entièrement en énergie de mouvement.

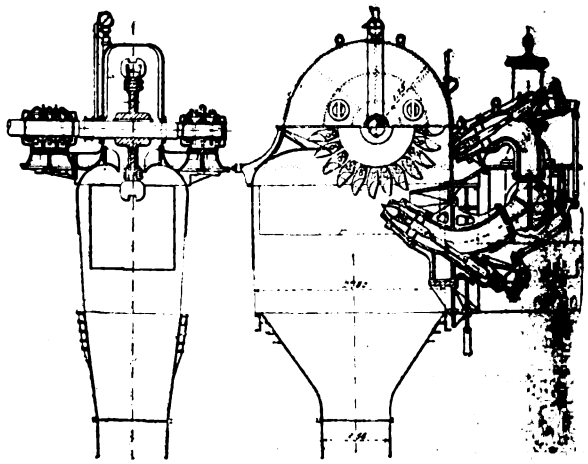


Fig. 225. — Roue Pelton à deux injecteurs de l'Usine de Soulom.
Chute : 250 m. ; vitesse : 330 t./m. ; Puissance : 3.500 ch. ; nombre de Camerer : 19,6.

Leur type universellement répandu aujourd'hui est la roue Pelton, dont les premières réalisations ont paru aux États-Unis et qui a été perfectionnée par l'Ingénieur Doble ; elle a détrôné l'ancienne turbine Girard et se développe de plus en plus, malgré les propositions récentes de quelques inventeurs.

L'eau est amenée sur la roue par un organe appelé buse ou injecteur, formé d'un ajutage convergent (voir fig. 225) dans lequel se meut une aiguille ou pointeau dont l'avancement plus ou moins grand, réglé par le régulateur, permet de proportionner, à chaque instant, la quantité d'eau envoyée sur la roue et, par suite, la puissance fournie à la puissance demandée par le réseau, tout en maintenant une vitesse de rotation sensiblement constante.

L'ajutage doit être établi de façon à donner, à tous les degrés d'ouverture, un jet cylindrique, plein et homogène.

La roue elle-même est formée d'un moyeu sur la périphérie duquel sont boulonnés, ou venus de fonte, des augets en forme de deux cuillères accolées par une arête centrale aiguë sur laquelle le jet vient se couper en deux, chaque moitié étant déviée par une des cuillères ; la vitesse périphérique de la roue au niveau de l'axe du jet doit, pour que le rendement soit satisfaisant, être égale ou légèrement inférieure à la moitié de la vitesse de l'eau sortant de l'ajutage, c'est-à-dire à peu près à 0,48 ou 0,50 $\sqrt{2gH}$, H étant la charge de l'eau à son entrée dans les tuyauteries dépendant de la

Digitized by Google

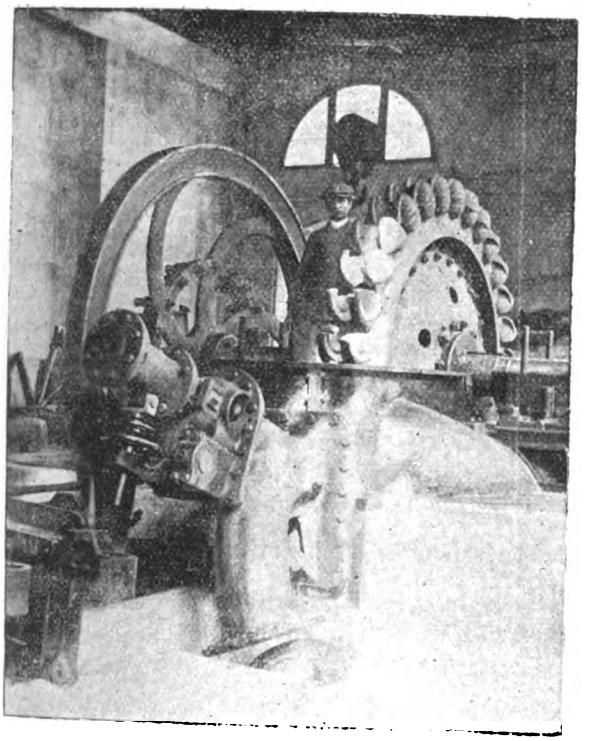


Fig. 226. — Roue Pelton à un injecteur de l'Usine d'Eget. Chute nette : 730 m. ; vitesse : 500 t./m. ; puissance 5.000 ch. ; n_s : 8,9.

roue ; ce qui, pour une chute de 500 mètres, représente une vitesse périphérique de 100 m/s. environ.

Quand on étudie le mouvement relatif de l'eau et de la roue, on voit que cette règle est nécessaire pour éviter, soit des pertes par choc, dans le cas d'une vitesse trop faible, soit que des particules d'eau passent sans toucher la roue, ce qui arriverait si l'on tournait plus vite. Enfin, le tracé des augets doit être étudié de façon que l'eau, après avoir agi sur la roue, puisse s'évacuer facilement ; sinon le rendement baisserait. C'est ce qu'on appelle éviter l'engorgement des augets.

Ce n'est pas dans un court exposé que nous pouvons entrer dans le détail des autres règles à suivre dans la construction de ces roues ; aussi nous nous bornerons à dire que ces machines sont arrivées aujourd'hui à un degré de perfection qui permet d'obtenir des rendements de l'ordre de 82 à 85 % et nous connaissons des exemples où des machines de 5.000 CV ont donné, toutes pertes comprises, un rendement voisin de 89 % sous 730 mètres de charge (fig. 226).

Si la turbine Pelton ne peut pas s'écarter beaucoup de sa vitesse normale sans baisse du rendement, par contre, elle supporte parfaitement d'importantes variations de charge ; son rendement de 0,84 aux trois quarts de puissance sera encore de 0,83 à pleine charge, de 0,82 à demi-charge et de 0,75 à 0,78 au quart, pour baisser ensuite très vite.

La turbine Pelton tournant normalement à une vitesse périphérique égale à $0{,}5\sqrt{2gH}$ pourrait, lorsque la puissance demandée par le réseau qu'elle alimente est brusquement supprimée, atteindre la vitesse des particules d'eau qui l'actionnent, soit deux fois sa vitesse normale. En pratique, les frottements mécaniques interviennent alors pour la ralentir et l'on peut dire que sa vitesse d'emballement est environ 1,8 fois sa vitesse normale.

Cette machine se fait à axe horizontal, plus rarement à axe vertical. On peut avoir de un à quatre injecteurs sur la même roue, mais on dépasse rarement deux ; on préfère alors, si c'est nécessaire, monter deux roues sur le même axe.

La puissance varie dans des proportions très grandes. Il existe des roues de quelques chevaux et l'on a construit en Amérique des Pelton atteignant 30.000 CV. Leur vitesse de rotation va des 250 à 1.500 tours-min. (1).

En résumé, la Pelton est un outil robuste, relativement simple et fonctionnant dans d'excellentes conditions ; mais, à moins d'avoir des machines très petites et de très faible puissance, on ne peut les utiliser sous de basses chutes où leur vitesse de rotation serait insuffisante. On peut considérer que, pratiquement, elles ne peuvent pas être employées au-dessous de 100 à 150 mètres de chute. Mais, par contre, on peut utiliser des chutes très hautes, puisque l'on a atteint, à l'Usine de Fully dans le Valais, la charge de 1.650 mètres (fig. 227).

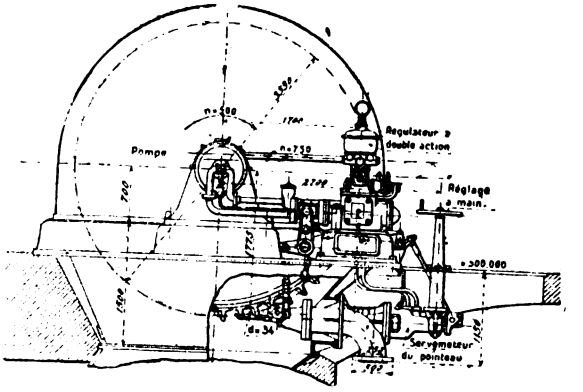


Fig. 227. — Roue Pelton à un injecteur de l'usine de Fully. Chute : 1.650 m. ; vitesse : 500 t./m. ; puissance : 2.400 ch. ; n_s : 2,2.

(1) Que l'on ne croie pas, parce que les Américains ont réalisé des puissances très grandes, inconnues en Europe, à l'infériorité des ingénieurs du vieux continent. L'échelle n'est pas la même aux Etats-Unis que chez nous et, dans chaque pays, les machines sont proportionnées aux cours d'eau qui les alimentent.

Digitized by Google

Turbines à réaction en général

Il faut donc, pour les puissances importantes et les chutes plus basses, employer une autre machine ; et c'est encore des États-Unis, où l'on avait mis au point les idées françaises, qu'elle nous est venue sous le nom de roue Francis, se substituant aux machines appliquant le principe de la réaction qu'avaient créées les Ingénieurs français.

On dit qu'une turbine est à réaction, lorsque la vitesse absolue V_0 de l'eau à l'entrée est différente de $\sqrt{2gH}$, H étant la charge utilisée par la roue. Si $V_0^2 < 2gH$, la turbine est à *réaction positive*, l'eau est encore en pression quand elle entre dans la roue ; elle s'y détend peu à peu pour transformer son énergie potentielle de pression en énergie cinétique. On voit donc que contrairement à la turbine d'impulsion qui, bien qu'enveloppée d'une bâche pour éviter les projections d'eau, tourne dans l'air, la turbine à réaction tourne dans l'eau. Cette eau en sort généralement à une pression inférieure à la pression atmosphérique, c'est-à-dire en dépression.

On peut donc placer la turbine au-dessus du bief aval auquel on la relie par un tube d'aspiration et utiliser ainsi, aux pertes près, malgré la position de la roue, toute la hauteur de chute entre les biefs amont et aval. La roue doit alors être placée dans une bâche étanche. Il faut cependant éviter de placer la machine à une hauteur telle que la pression à la sortie, comptée au-dessus du zéro des pressions, c'est-à-dire diminuée de la pression atmosphérique, devienne nulle ; il se produirait alors des phénomènes de cavitation qui gêneraient beaucoup le fonctionnement de l'appareil.

Si $V_0^2 > 2gH$, la turbine est à réaction négative, l'eau sera en dépression dès son entrée dans la machine ; à part cela, on verra les mêmes phénomènes que précédemment, la dépression augmentant

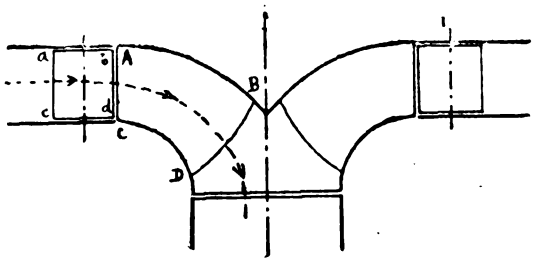


FIG. 228.

avec le parcours de l'eau. La réaction négative, encore assez exceptionnelle, peut se rencontrer dans certaines machines très modernes, établies pour un but spécial, sur lesquelles nous reviendrons d'ailleurs.

L'expression $\varepsilon = 1 - \frac{V_0^2}{2gH}$ est dite *degré de réaction.*

Le principe fondamental des turbines à réaction actuelles consiste à faire couler l'eau dans un espace de révolution en lui donnant, en même temps, à l'aide de canaux de direction appropriée et en dehors des composantes axiale et radiale de la vitesse, qui sont contenues dans un plan méridien et qui constituent ce que M. Routin a appelé la vitesse d'écoulement, une composante normale au plan méridien. On obtient ainsi, autour de l'axe de révolution, un mouvement indépendant de l'azimut et que nous désignerons sous le nom de *mouvement giratoire.*

Sa caractéristique est que, en dehors de la roue, la composante de la vitesse d'un point normal au plan méridien est de la forme $\frac{a}{r}$, r désignant la distance du point à l'axe. C'est un vortex analogue au vortex libre dont nous avons parlé à propos des roues à cuve du Bazacle.

Roue Francis

Dans ce type courant des turbines à réaction, la méridienne de l'espace de révolution est tracée de façon que la vitesse méridienne, d'abord sensiblement centripète, devienne ensuite à peu près parallèle à l'axe (fig. 228 et 229).

Les aubes, c'est-à-dire la partie active de la roue, sont placées dans une région telle que A. B. C. D. (fig. 228). Tous les points de l'arête d'entrée étant à la même distance de l'axe et la vitesse d'écoulement étant elle-même à peu près constante sur A. B., on voit que V_0 et, par suite, le degré de réaction, sera sensiblement le même sur toute l'arête d'entrée.

La théorie montre d'ailleurs que, dans une machine bien tracée, la présence de la roue ne doit modifier que la composante de la vitesse normale au plan méridien. L'eau est envoyée sur la roue (fig. 228) par des vannettes placées en *a*, *b*, *c*, *d* et mobiles autour d'un axe suivant la disposition imaginée par Fink. Leur inclinaison plus ou moins grande permet d'admettre plus ou moins d'eau sur la machine suivant la charge ; d'autre part, l'eau devrait sortir sans vitesse, c'est-à-dire sans énergie, et cependant il faut lui laisser une certaine vitesse pour l'évacuer ; mais on peut récupérer une partie de cette énergie en ralentissant l'eau par un tracé judicieux du tube d'aspiration qui fait suite à la roue et en remontant ainsi peu à peu à la pression atmosphérique (c'est une application directe du théorème de M. Bernoulli) que doit avoir l'eau à la sortie du tube.

Dans les conditions normales (fig. 229), on aura

Digitized by Google

pour une pareille turbine : $V_0 = 0{,}70$ à $75\sqrt{2gH}$; la vitesse périphérique sera de l'ordre de $0{,}70\sqrt{2gH}$; la machine à réaction, contrairement à ce que l'on pourrait penser au premier abord, tournera donc proportionnellement plus vite qu'une roue Pelton.

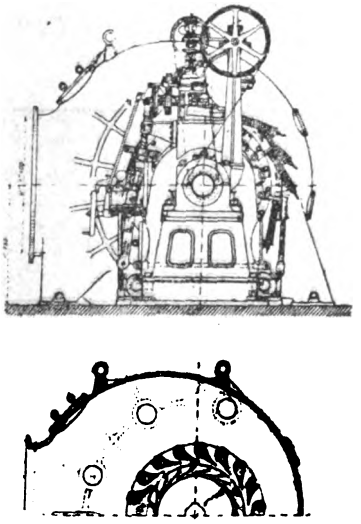


Fig. 229. — Turbine Francis de l'Usine de Saint-Gervais. Vitesse : 430 t/m ; Chute : 49 m. ; puissance : 1.600 ch. ; n_s : 124.

Pour aller de plus en plus vite, on a cherché, tout en maintenant les extrémités des vannettes mobiles en *a b*, à éloigner les aubes pour les placer dans un endroit où le mouvement de rotation de l'eau soit encore plus marqué (fig. 230) ; mais, en même temps, on élargit la sortie pour permettre à la turbine d'absorber plus d'eau. On voit clairement sur la figure que le degré de réaction n'est plus constant, mais varie au contraire le long de l'arête d'entrée et que la vitesse de l'eau vers la fin de son parcours, commence à avoir une composante centrifuge. Les figures 231, 232, et 233 donnent des exemples de ces dispositions.

Roues hélices. — Pour pouvoir aller encore plus vite afin de permettre d'entraîner des alternateurs de dimensions convenables, on a exagéré la disposition précédente et l'on arrive au schéma de la fig. 234.

On arrive alors à la roue hélice et l'on voit sa ressemblance avec les anciennes roues à cuve. La composante giratoire de la vitesse devient alors prépondérante ; dans ce cas, on peut réduire beaucoup le nombre des aubes et, dans certaines machines modernes, on n'en trouve même plus que deux ; les roues Kaplan, Nagler, Bell, sont des réalisations remarquables de ces dispositions.

La réaction varie alors énormément le long de l'arête d'entrée et c'est aux environs du point A qu'elle peut devenir négative.

D'autre part, remarquons que, en théorie du moins, la vitesse giratoire sur l'axe devient infinie, ce qui correspond à une cavitation qui peut s'étendre

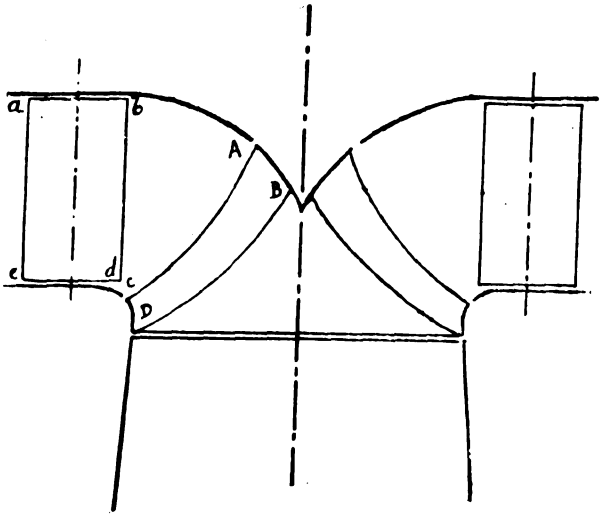


Fig. 230.

assez loin ; car, en vertu de l'équation de Bernoulli :

$$\frac{V^2_0}{2g} + \frac{p}{\pi} + U = \text{constante}, \quad (1)$$

à une valeur très grande de la vitesse V_0 doit correspondre une valeur très grande et *négative* de la pression *p*. Tant pour éviter cette cavitation que des mouvements tumultueux nuisibles au rendement, il faut alors donner au moyeu central un rayon variant du quart au tiers de celui de la roue.

Dans ces machines, la vitesse périphérique de la roue peut atteindre et dépasser parfois la valeur $\sqrt{2gH}$.

Remarques générales sur les turbines à réaction. — Les variations de rendement des turbines à réaction suivant la charge sont analogues à celles des Pelton ; mais ces valeurs sont supérieures de 1 à 2 %, et un chiffre de 87 % à trois quarts de charge est assez fréquent.

Dans les turbines hélices, la baisse de rendement

(1) Dans cette équation, V_0 représente la vitesse, *g* la constante de la gravité terrestre, *p* représente la pression, π représente le poids spécifique du liquide, U le potentiel des forces

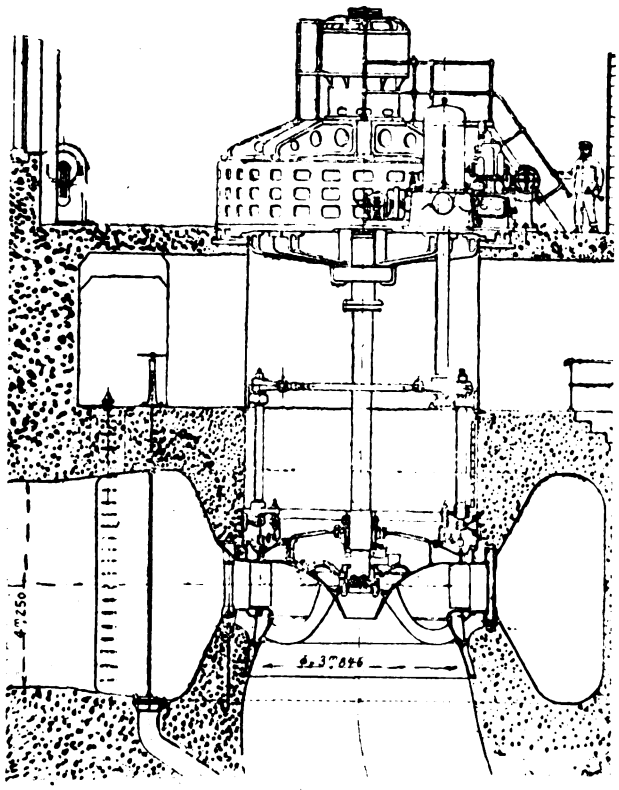
Digitized by Google

est un peu plus rapide, quand on s'écarte du régime normal, que pour les autres roues ; mais, par contre, elles s'accommodent bien de grandes variations de chutes, point très important pour les usines de basse chute où les crues font constamment varier la chute disponible.

Les turbines à réaction se font à axe vertical ou horizontal, à une ou plusieurs roues sur le même axe ; on est allé jusqu'à quatre roues, mais pour les récentes unités des usines du Niagara. La chute sous laquelle on les utilise va de l'ordre du mètre jusqu'à plus de 200 mètres. Enfin, leur vitesse de rotation va de 50 à 1.000 tours à la minute, la vitesse d'emballement variant de 1,8 fois la vitesse normale pour les turbines du type courant à plus de deux fois pour les roues hélices.

Ajoutons un dernier détail pour les roues Francis ; en raison de l'écoulement de l'eau par un côté, il se produit toujours une poussé sur l'axe ; dans certains cas, où l'on a été amené à monter deux roues sur le même axe, on les a placées dos à dos de manière que les deux poussées dirigées en sens inverse s'annulent. La figure 234 donne un exemple de cette disposition ; mais quand il n'y a qu'une roue, et l'on tend de plus en plus vers cette solution par l'emploi de turbines à grande vitesse, l'inconvénient de la poussée subsiste. On peut, pour les machines à axe horizontal, obvier, non sans difficultés, à cette poussée par des paliers de butée

Coupe verticale



Vue de la Roue.

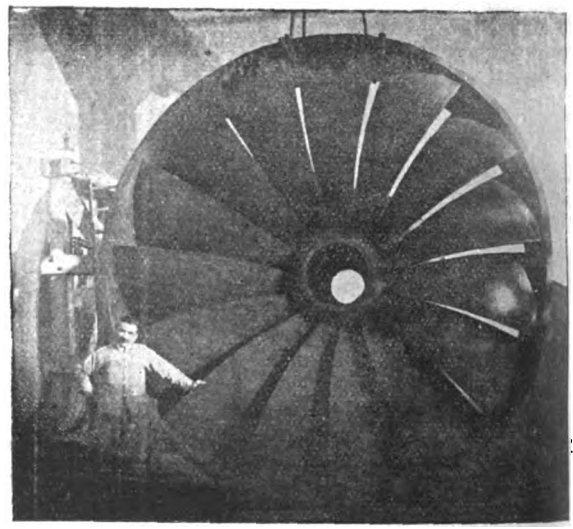


FIG. 231. — Roue de turbine Francis de l'usine de la Basse-Isère.
Chute : 10 m. ; vitesse : 107 t/m ; puissance : 5.000 ch. ; n_s : 430.

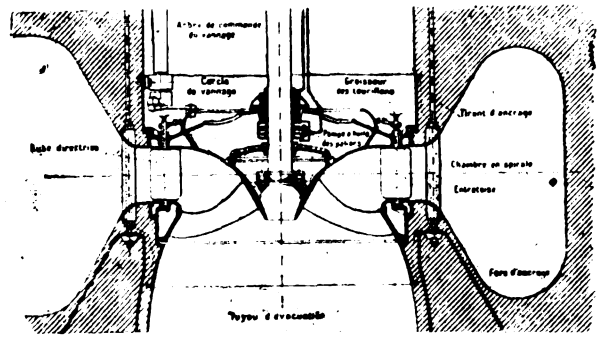


FIG. 232. — Turbine Francis à grande vitesse construite par les ateliers Piccard-Pictet.
Chute : 10 m. ; vitesse : 93,7 t/m ; puissance : 10.000 ch. ; n_s : 430.

Digitized by Google

on préfère aujourd'hui, pour les unités puissantes, la disposition à axe vertical, la turbine étant suspendue par l'extrémité supérieure de l'arbre sur des pivots dérivant du type Mitchell et dont il existe aujourd'hui d'excellents modèles. Certains de ces pivots, couramment exécutés aujourd'hui, supportent des efforts supérieurs à 100 tonnes. On évite ainsi les inconvénients des anciens pivots noyés où l'on devait injecter de l'huile entre pivot et crapaudine et qu'on ne pouvait visiter qu'au prix d'énormes difficultés.

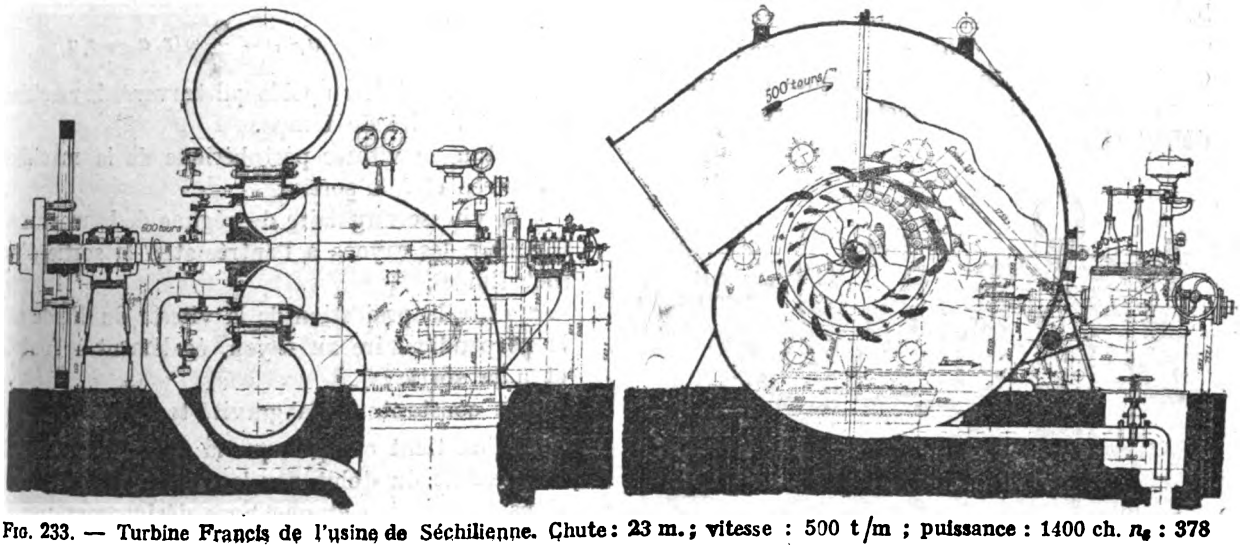


FIG. 233. — Turbine Francis de l'usine de Séchilienne. Chute : 23 m. ; vitesse : 500 t/m ; puissance : 1400 ch. n_s : 378

Les machines hydrauliques et la mécanique des fluides. Emploi de la similitude mécanique.

L'étude de la mécanique des fluides telle qu'elle a été faite jusqu'à présent comprend deux parties assez nettement différentes.

L'hydrodynamique théorique qui a donné lieu à des travaux extrêmement complets pour le mouvement permanent sans échange d'énergie et la *mécanique pratique*, mais faisant souvent appel à des théories assez élevées basées sur l'expérience.

Au point de vue de l'hydrodynamique, on n'a guère envisagé jusqu'ici, dans la théorie des fluides en mouvement permanent, que les mouvements ne donnant pas lieu à des échanges d'énergie, comme nous venons de le dire. Cette étude amène presque immédiatement à la théorie des mouvements avec potentiel des vitesses et potentiel des forces, car l'étude des tourbillons faite par Helmholtz s'applique plutôt à des mouvements non permanents, l'existence généralisée du tourbillon de la vitesse dans un fluide en mouvement permanent ne se produisant que dans des circonstances exceptionnelles.

Parallèlement à cette hydrodynamique, s'est poursuivie toute l'étude expérimentale du mouvement de l'eau dans les canaux et les conduites, sur les déversoirs, etc... ; et, pour expliquer le phénomène des pertes de charge que l'on y constate, des études mathématiques très poussées, mais basées sur l'expérience, ont été faites par de nombreux auteurs. Nous citerons, comme type de ces études, celles de M. Boussinesq, en particulier ses recherches sur les déversoirs qui s'appuient sur les expériences de Bazin.

Si nous considérons que l'hydrodynamique dont nous venons de parler est basée tout entière sur le théorème de Bernoulli dans la forme :

$$\frac{dV^2}{2g} + dU + \frac{dp}{\pi} = 0$$

où U est toujours le potentiel des forces, on vérifie bien que cette hydrodynamique a pour base la constance de l'énergie le long d'une ligne d'écou-

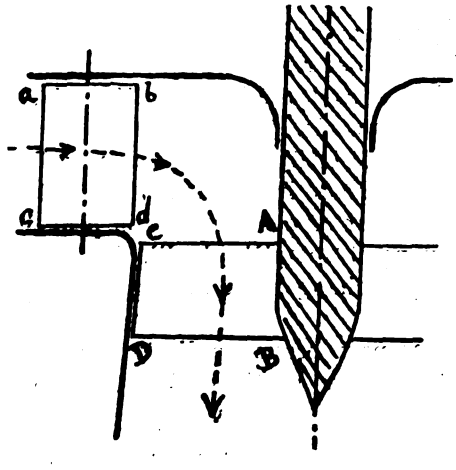


FIG. 234.

Digitized by Google

lement du fluide. Elle n'est donc pas applicable au cas des machines hydrauliques dans lesquelles les filets fluides doivent perdre leur énergie au fur et à mesure qu'ils avancent dans la machine, puisque le but principal de celle-ci est la transformation, aussi complète que possible, de l'énergie primitive possédée par le fluide, en énergie mécanique.

Dans un pareil cas où les forces, qui sont les forces de liaison introduites par les aubages de la turbine, ne dérivent pas d'un potentiel, les vitesses ne dérivent plus d'un potentiel. Le vecteur tourbillon doit exister dans toute la masse fluide qui donne lieu à des échanges d'énergie ; dans ces conditions, les théorèmes classiques de Helmholtz sur la conservation du vecteur tourbillon sont en défaut (1).

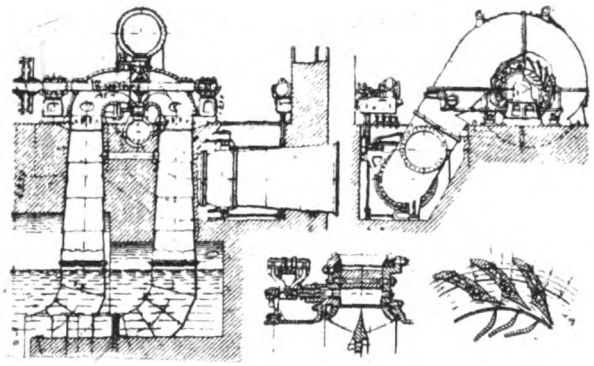


Fig. 234. — Turbine Francis double de l'usine de Ventavon sur la Durance.
Chute : 50 m. ; puissance : 5.500 ch. ; vitesse de rotation : 300 t/m ; n_s : 125.

Des études, sur les cas où ces théorèmes ne s'appliquent pas, ont été faites par Lord Kelvin et par divers auteurs. On en trouve également des exemples dans les recherches de M. Bjerknes sur les fluides baroclines.

Les premiers auteurs qui, à notre connaissance, ont cherché à se rendre compte du rôle du vecteur tourbillon dans les échanges d'énergie, sont des auteurs allemands, et M. H. Lorenz les a exposées dans son livre intitulé : *Théories nouvelles et calcul des roues-turbines*. Nous-même avons fait quelques recherches sur ce point, mais l'on peut dire que la mise au point complète de l'hydrodynamique des fluides qui échangent de l'énergie n'est pas encore faite.

Comme pour beaucoup d'autres questions, qui se posent dans la pratique, le développement des machines hydrauliques a nettement devancé les efforts des mathématiciens. Mais, si nous ne disposons pas encore de moyens d'investigation théorique qui pourraient, à la vérité, être souvent d'une application difficile, toute une mécanique pratique, basée sur un théorème fondamental dont nous allons parler et sur l'expérimentation, s'est établie.

Ce théorème fondamental qui est dû à Euler est le suivant ; la puissance exercée sur une turbomachine par des filets fluides en mouvement giratoire autour de son axe, est donnée par l'équation :

$$W = \frac{Q}{g}(u_0\, a_0 - u_1\, a_1) = \frac{Q}{g}\omega\,(r_0\, a_0 - r_1\, a_1)$$

où : Q est le débit en poids qui traverse la machine pendant l'unité de temps.

u_0 et u_1 la vitesse périphérique de la machine à l'entrée et à la sortie ;

ω la vitesse angulaire de régime de la machine ;

r_1 et r_0 les rayons à l'entrée et à la sortie d'un filet fluide ;

a_1 et a_0 la projection de la vitesse du fluide sur la perpendiculaire au rayon, également à l'entrée et à la sortie ;

g la constante de la gravité terrestre.

Si l'on tient compte que la puissance est égale au produit du débit par la charge totale utilisée dans la machine et que nous désignerons par H, on voit que l'on peut écrire :

$$QH = \frac{Q}{g}\left[u_0\, a_0 - u_1\, a_1\right]$$

qui nous mène à la formule fondamentale :

$$gH = u_0\, a_0 - u_1\, a_1.$$

M. Rateau, qui a été le fondateur de cette mécanique nouvelle dont nous avons parlé, a généralisé ce théorème en y introduisant la notion du rendement et il a démontré que, dans une turbo-machine réceptrice, c'est-à-dire qui reçoit de l'énergie hydraulique pour produire de l'énergie mécanique, on doit écrire :

$$\rho\, gH = u_0\, a_0 - u_1\, a_1$$

ρ étant le rendement de la machine.

Dans une machine génératrice, c'est-à-dire qui reçoit de l'énergie mécanique pour donner de l'énergie à l'eau dont l'exemple classique est la pompe centrifuge, , on doit écrire au contraire :

$$\frac{gH}{\rho} = u_1\, a_1 - u_0\, a_0.$$

Dans les études parues entre 1892 et 1900, où M. Rateau a posé ces principes, il a, en même temps, développé très complètement les notions de similitude mécanique qui permettent de passer d'une machine construite à une échelle à une machine d'échelle différente, mais géométriquement et mécaniquement semblable à la précédente.

(1) Pour préciser ces théories de Helmholtz, nous rappellerons que M. Lévy les a mises sous une forme saisissante en disant que le vecteur tourbillon était un élément cinématique qui se conserve.

Digitized by Google

Il a introduit, pour l'étude des turbines, la considération de cinq coefficients numériques, absolument indépendants des unités choisies, et sur lesquels on peut étudier, indépendamment de ses dimensions, un type de turbo-machine pour la réaliser dans la pratique à une échelle quelconque.

M. Rateau s'étant occupé surtout par la suite des pompes centrifuges, c'est-à-dire des turbo-génératrices, ses coefficients sont employés aujourd'hui d'une façon courante dans l'étude de ces machines. Il n'en est pas de même dans l'étude des turbines où divers Ingénieurs ont retrouvé les théories de similitude établie par M. Rateau, mais sous des formes légèrement différentes ; aussi dans la pratique des turbines, ce ne sont pas les coefficients de M. Rateau eux-mêmes qui sont employés, mais des formules sous lesquelles on peut retrouver des combinaisons des divers coefficients primitifs.

Aujourd'hui, pour se rendre compte du fonctionnement des turbines, on fait usage d'une façon courante d'une fonction désignée sous divers noms (fonction caractéristique, vitesse spécifique, etc.) dont l'expression a été donnée par le Prof. Camerer sous la forme :

$$n_s = n \frac{\sqrt{W}}{H \sqrt[4]{H}}$$

où : n_s est la fonction caractéristique ou vitesse spécifique, ou encore nombre de Camerer;

n le nombre de tours-minute de la machine ;

W la puissance en chevaux ;

H la charge totale qu'elle utilise.

Mais contrairement aux coefficients de M. Rateau, ce nombre, qui a pour dimensions $F^{\frac{1}{2}} L^{-\frac{3}{4}} T^{-\frac{3}{2}}$, n'est plus indépendant du système d'unités choisies.

La traduction pratique de ce que peut représenter le nombre de Camerer est assez compliquée pour les turbines à réaction ; mais, pour les roues Pelton, on voit aisément qu'il représente en somme le rapport du diamètre du jet à la distance comprise entre l'axe de la roue et l'axe du jet. En somme, le nombre de Camerer indique les rapports de construction des parties les plus importantes de la machine. On se rend compte, au point de vue pratique, que ces rapports ne peuvent pas varier dans des limites indéfinies ; ainsi, on ne peut pas concevoir une roue Pelton fonctionnant avec un diamètre extrêmement réduit et avec un jet très gros ; aussi a-t-on pu établir, d'après l'expérience, des limites dont la fonction de Camerer ne doit pas sortir pour les différents types de turbines sous peine d'avoir une machine disproportionnée et dont le rendement baisserait au-dessous des chiffres industriellement admissibles.

C'est ainsi que pour une roue Pelton à un seul jet, ce nombre est compris entre 1,3 et 25.

On cherche même, aujourd'hui, avec des modifications dans la forme des augets, à atteindre et même à dépasser la valeur 30.

Quand on monte plusieurs jets sur le même axe, soit qu'il n'y ait qu'une roue, soit qu'il y en ait deux accouplées, ce nombre augmente ; dans une Pelton portant p jets par exemple, on pourra monter jusqu'à : $n_s \times \sqrt{p}$.

On voit donc qu'avec quatre jets sur le même axe, on pourra arriver à : $n_s = 50$.

Pour les turbines à réaction du type normal, n_s peut aller pratiquement de 46 à 250, et si l'on monte p roues sur le même axe, n_s sera multiplié par $\sqrt{p}$.

On voit donc que l'on pourra arriver ainsi avec quatre roues, qui est un maximum admissible, à $n_s = 500$.

Mais le montage de quatre roues est onéreux et difficile, et c'est pour cela qu'on a cherché à réaliser des roues à réaction plus rapides. Les machines à réaction à grande vitesse permettent avec une seule roue d'atteindre des valeurs de n_s allant jusqu'à 500 et dépassant parfois ce chiffre. Enfin, avec les roues hélices, on peut arriver à 1.100.

En même temps que se faisait cette étude sur la similitude des turbines, divers auteurs ont, partie par l'expérience pure, et partie par des considérations théoriques dérivées de cette même expérience, perfectionné la technique tant au point de vue des formes à donner aux aubes de la roue proprement dites, qu'à celles à donner aux organes distributeurs et qu'aux organes d'évacuation de l'eau.

On se sert beaucoup aujourd'hui des constructions graphiques dont tous les principes ont été également posés par M. Rateau dans l'étude dont nous avons parlé et l'on peut dire, en somme, que, actuellement, tant par ces études que par les possibilités d'extension que leur donnent les considérations de similitude appliquées aux turbo-machines, nous possédons un corps de doctrines permettant de projeter et de construire des machines hydrauliques, dont le rendement, comme nous l'avons déjà vu, est excellent et comparable à celui des machines électriques auxquelles elles sont accouplées.

D. Eydoux,
Professeur d'Hydraulique appliquée
à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

L'ÉLECTRIFICATION DES CAMPAGNES

Par R. PRÉAUD,
Ingénieur en chef du Génie rural.

La distribution généralisée de l'énergie électrique dans les campagnes constitue un problème nouveau de notre économie nationale. On ne l'a posé dans son ensemble que vers la fin de la guerre, au cours de la discussion qui devait aboutir à la loi du 16 octobre 1919 sur l'utilisation de l'énergie hydraulique. On l'a rattaché ensuite au programme général de transport et de répartition de l'énergie qui s'est traduit par la loi du 19 juillet 1922 sur les réseaux à Haute Tension.

L'aménagement rationnel des ressources hydrauliques et l'organisation des échanges d'énergie devaient faciliter en effet la solution de l'*immense question nouvelle* qui consiste à répartir et à distribuer, dans toutes les régions de France pour les habitants de toutes catégories, l'énergie électrique dont ils ont besoin,

L'étude des réseaux ruraux trouve donc sa place toute naturelle, et pour ainsi dire par droit de naissance, dans une publication consacrée à l'Énergie Hydraulique.

Mais nous ne pouvons nous attacher seulement à étudier le lien de ces deux questions. Nous devons examiner en elle-même l'électrification des campagnes, le besoin général auquel elle correspond, les conditions et les difficultés qui la caractérisent, les organisations et les concours nécessaires à sa réalisation. Laissant de côté tous les détails d'ordre technique, nous essaierons de présenter un tableau d'ensemble assez fidèle, sans chercher cependant à tout dire sur une question d'intérêt national, aussi complexe qu'elle est passionnante. Au cours de cet examen, nous aurons l'occasion de rechercher et de déterminer dans quel rapport actuel se trouvent les réseaux ruraux avec le grand problème de l'Énergie Hydraulique.

Les besoins de l'Agriculture française. — C'est un lieu commun que de rappeler le rôle capital de l'énergie électrique dans la vie moderne : elle a transformé beaucoup des conditions de l'existence et du travail des hommes. Mais nulle part sans doute cette transformation ne saurait avoir des conséquences plus vastes, nulle part elle n'est plus désirable que dans les campagnes françaises.

Les difficultés de l'après-guerre ont replacé l'Agriculture au premier plan de l'intérêt national. Pour consolider et pour accroître la production agricole, base essentielle de la vie du pays, pour assurer au cultivateur le sort convenable auquel il a droit, il ne suffit pas des efforts d'ordre purement cultural. Il faut améliorer toutes les conditions matérielles de la vie à la campagne, hygiène, bien-être, économie des forces. Il faut mettre à la disposition du paysan tous les moyens d'action utiles que peut lui fournir l'industrie moderne. Suivant un mot bien souvent repris, il faut « équiper la terre ».

La lumière est l'un des grands besoins des villages. La tristesse et l'oppression des heures sombres expliquent sans doute maintes envies de désertion. Lorsque nos paysans auront l'électricité — selon une phrase de M. Queuille qui fait une image saisissante — « peut-être subiront-ils un peu moins cette attraction qui se fait si vive le soir quand la campagne s'endort tristement dans la nuit et que monte, au loin, la grande lueur rouge de la ville ».

Dans la maison de ferme, la lumière électrique apporte véritablement une vie nouvelle. Seule, elle permet l'éclairage commode et sans danger de tous les locaux, depuis la maison d'habitation jusqu'aux écuries ou greniers, jusqu'aux hangars et à la cour. Pendant la mauvaise saison, le travail ne sera pas arrêté brutalement par la tombée de la nuit et cette longue période semi-léthargique, si caractérisée dans certaines campagnes, pourra redevenir active, par suite productive, tant pour l'exploitation agricole que pour les petites industries à domicile.

Il faut s'arrêter un instant sur la considération de la famille terrienne. Dans cette immense question de la désertion des campagnes, où les causes morales s'ajoutent aux causes matérielles, le rôle de la femme et celui de la jeune fille ont une importance capitale. Elles ne peuvent plus, elles ne veulent plus vivre comme par le passé. Un peu de bien-être, le confort d'un logis propre, avenant, bien éclairé, la facilité des besognes du ménage : petites choses qui tiennent une place très grande dans la vie des paysannes et que l'électricité pourra demain leur apporter. Les petits appareils de chauffage joueront à ce point de vue un rôle très utile en l'absence irrémédiable de la distribution du gaz.

Mais les possibilités d'utilisation et la nécessité

Digitized by Google

actuelle d'*un moteur simple et rustique* sont aussi générales dans nos campagnes que le désir de la lumière.

Dans la crise de la main-d'œuvre rurale, sans attendre de l'énergie électrique plus qu'elle ne peut faire réellement, sans chercher proprement à remplacer « ceux qui ont déserté », il faut bien mettre en évidence tous les avantages que le moteur électrique peut apporter à « ceux qui restent ». Il faut un homme encore pour mettre en route ou

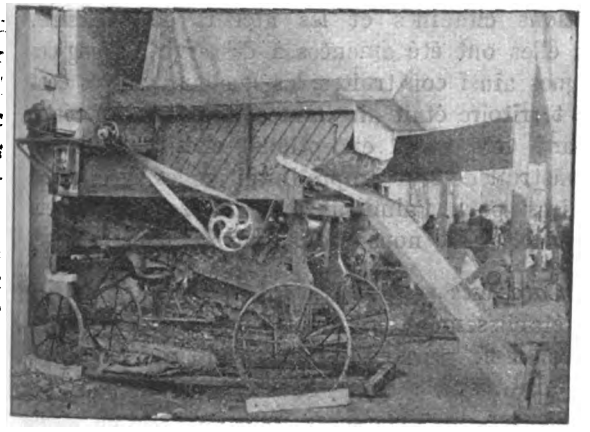


Fig. 235. — Une petite *machine à battre* équipée avec un moteur électrique.

arrêter le moteur, mais combien va se trouver augmenté le rendement en travail de cet homme, combien vont être diminués ses efforts physiques, cette fatigue si dure, au cours des périodes surme-

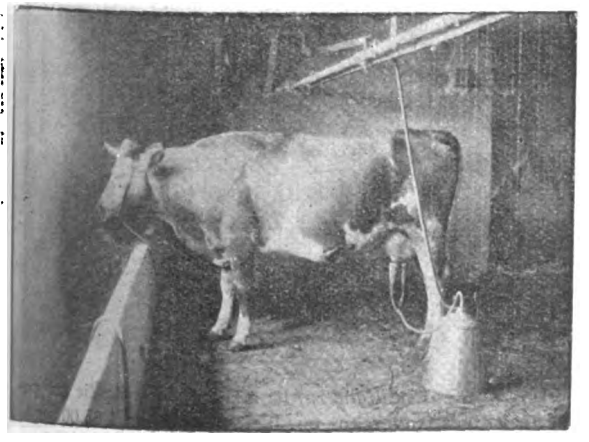


Fig. 236. — Une étable équipée avec une *machine à traire*, actionnée par moteur électrique.

nantes de la vie rurale. Sait-on assez dans l'opinion publique, et même dans l'opinion éclairée, qu'une exploitation agricole forme une véritable usine complexe aux multiples ateliers? La préparation des aliments du bétail, le battage et la conservation des grains, la fabrication du beurre, le sciage du bois, le pompage de l'eau, la manutention du fourrage, des gerbes et des sacs... autant d'opérations ou d'appareils actuellement confiés à des bras humains ou à des moteurs encombrants, autant de machines à actionner demain par des petits moteurs électriques.

Il nous souvient que F.-W. Taylor — après l'une de ses patientes recherches sur l'organisation du travail et dans l'un de ces écrits qui ne sont pas toujours sans heurter un peu l'esprit des latins — Taylor déclare que pour une certaine opération (chargement de gueuses de fonte) il faut rechercher des ouvriers « qui aient l'esprit si lourd et si obtus qu'ils ressemblent intellectuellement plutôt à un bœuf... » Il y a beaucoup de telles opérations en

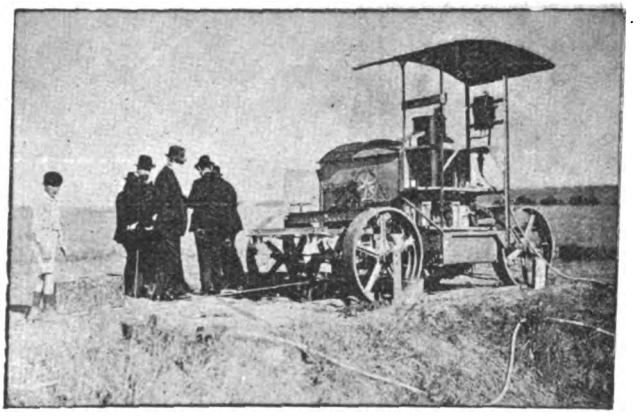


Fig. 237. — Un chantier de *labourage électrique* : le treuil fixe.

agriculture, mais il ne faut pas rechercher des hommes-bœufs, il faut s'efforcer de confier leur travail à des machines. Et c'est en allégeant, en supprimant peu à peu le « travail de bœuf » que l'on

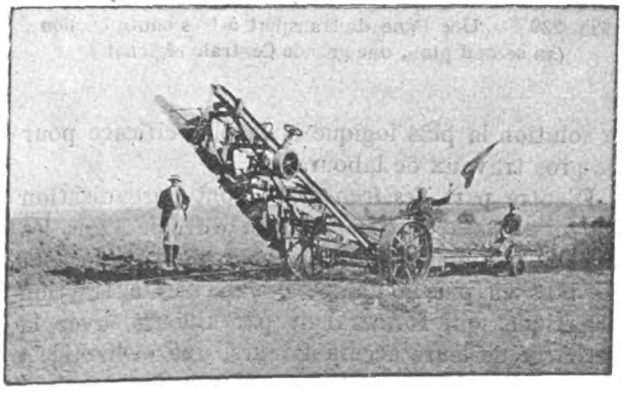


Fig. 238. — Un chantier de *labourage électrique* : la charrue-balance.

pourra conserver à la terre des travailleurs, si souvent tentés de la quitter pour des besognes plus aisées.

Digitized by Google

Si nous trouvons ainsi, dans l'état actuel des choses agricoles, la possibilité d'utiliser largement le moteur électrique, d'autres perspectives peuvent s'ouvrir dans l'avenir dont le développement ne saurait être limité ni même exactement défini. *Les travaux des champs*, après ceux de l'intérieur de ferme, sont déjà et devront être de plus en plus effectués au moyen d'appareils mécaniques et il n'est pas douteux que le treuil électrique fournit

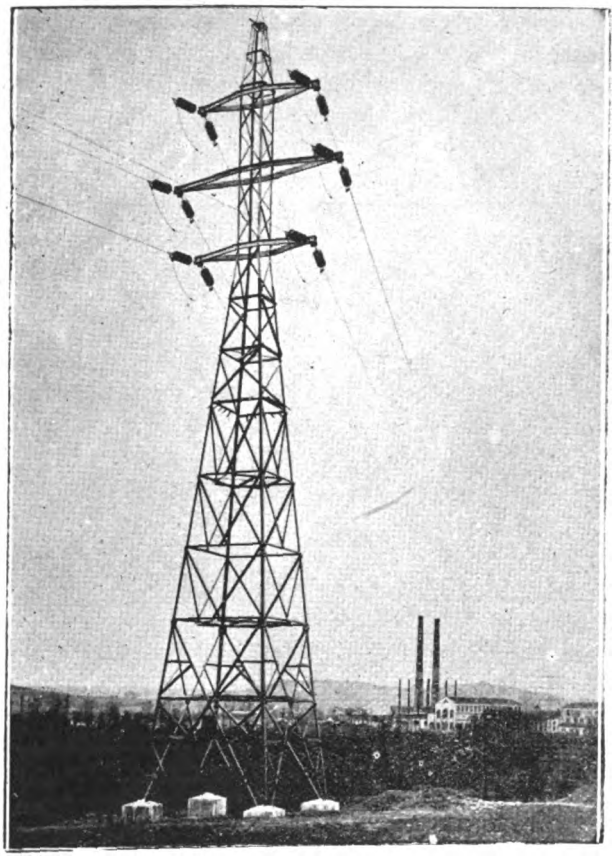


FIG. 239. — Une ligne de transport à très haute tension (au second plan, une grande Centrale régionale).

la solution la plus logique et la plus efficace pour les gros travaux de labourage.

D'autre part, *les transports*, dont l'organisation est si urgente et cependant si difficile dans les régions purement agricoles, pourraient se réaliser de plus en plus à l'aide de véhicules à traction électrique, qui formeraient par ailleurs, avec la recharge de leurs accumulateurs, une « clientèle » non négligeable pour les nouveaux réseaux dont nous verrons plus loin le faible rendement.

La situation de fait. — Devant ces désirs et ces besoins sur lesquels s'accordent tous ceux qui connaissent et qui aiment les choses de la terre, en face de cette immense clientèle de douze à quinze millions d'agriculteurs qui veulent l'électricité quelle est donc *la situation de fait* ?

Si on l'examine à la fin de la guerre, en 1919, elle apparaît très simple et d'un aspect brutal. Elle s'explique d'ailleurs par des arguments d'une irrésistible logique. Toutes les villes, tous les centres industriels sont pourvus de distribution d'électricité. Il n'en existe à peu près pas dans les campagnes. Les entreprises de distribution, par le jeu normal de leur activité commerciale, ont établi les réseaux nécessaires pour alimenter les populations citadines et les ateliers de l'industrie. Si elles ont été amenées à desservir, le long des lignes ainsi construites, les quelques villages dont le territoire était directement traversé, par contre (sauf très rares exceptions) elles n'ont jamais construit de leur propre initiative les lignes nécessaires pour l'alimentation des zones purement agricoles. Et nous allons voir pourquoi.

Caractères essentiels des réseaux ruraux. — L'établissement et l'exploitation des réseaux ruraux ne peuvent généralement pas former une affaire viable par elle-même, susceptible de procurer des bénéfices tout en assurant la rémunération du capital d'installation. Les réseaux ruraux sont en effet caractérisés par une très forte dépense d'établissement et par de très lourdes charges d'exploitation au regard des consommations d'énergie qui peuvent être réalisées.

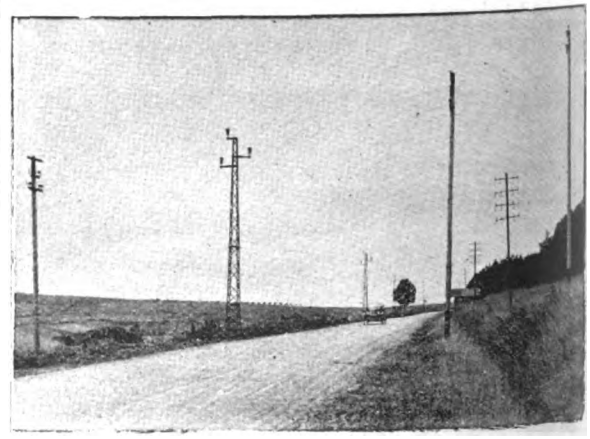


FIG. 240. — Une *ligne rurale* à 5.500 volts, établie sur poteaux bois, traversant une ligne de transport à 65.000 volts établie sur pylones métalliques, une route et une nappe des P. T. T.

On voit immédiatement l'immense longueur des lignes et la multiplicité des postes qui seront nécessaires pour apporter, répartir, distribuer l'énergie aux villages et hameaux dont se parsèment nos régions agricoles. On aperçoit l'énormité de la dépense correspondante. Mais, après les avoir établis, il faudra dans l'avenir entretenir et renou-

Digitized by Google

veler ces ouvrages ; la dispersion et les difficultés d'accès feront monter les frais dans une proportion très élevée.

En face de ces charges évidentes, que peuvent être les recettes? Bien qu'il ait un besoin certain de l'énergie électrique, le paysan ne peut pas en consommer beaucoup. On ne fait pas de luxe à la campagne, on ne s'éclaire que là où il faut et quand il faut. Les moteurs nécessaires sont de puissance restreinte et — du fait même de la fragmentation des travaux de ferme, qui ne sont tous que des annexes plus ou moins directes du travail de la terre — les durées d'utilisation de ces moteurs sont très faibles. Le plus gros appareil à actionner est actuellement la machine à battre : son fonctionnement ne s'étend souvent que sur quelques dizaines d'heures dans l'année. Pour le petit moteur « à tout faire », destiné aux appareils d'intérieur, le fonctionnement ne dépasse à peu près jamais, s'il l'atteint même, une heure par jour. Et ainsi de suite.

Quelques chiffres comparatifs, mieux que tous autres développements, permettront de préciser la situation des réseaux ruraux.

Dans telle zone urbaine et industrielle, on compte à peu près un kilomètre de ligne pour 750 habitants ; dans les zones agricoles avoisinantes, il faut compter environ un kilomètre pour 67 habitants. Dans le premier cas, le kilomètre de ligne débite annuellement près de *cent mille* kilowatts-heures ; dans le second cas, il n'en débite guère que *mille*.

Si, d'une manière plus générale, on rapporte le *prix de construction* des réseaux aux consommations réalisées, on trouve qu'en moyenne la dépense s'établit pour les villes de 0 fr. 75 à 1 franc par kilowatt-heure de consommation annuelle ; dans les zones agricoles, ce chiffre peut atteindre de 10 à 15 francs.

Si l'on examine *le rendement des réseaux*, on aperçoit sans peine que les diverses pertes (en ligne, dans les postes de transformation, etc.) prendront une importance relativement beaucoup plus grande sur les réseaux ruraux que sur les réseaux industriels où certains moteurs tournent sans interruption et où la plupart fonctionnent 2.000 heures par an. En fait, pour vendre un kilowatt-heure dans une ville ou un centre industriel, il suffit que l'usine en produise de *un et quart* à *un et demi*. Sur un réseau rural, il faut produire en moyenne de *deux à trois kilowatts-heures pour en vendre un*.

Ainsi donc *le prix de revient de l'énergie électrique sur un réseau rural* a pour caractéristiques, sans compter les frais de production, une part exceptionnellement lourde de charges financières, correspondant aux frais de premier établissement, et une part spécialement importante de frais fixes d'exploitation. Le prix de l'énergie elle-même n'en forme qu'une part minime qu'on a parfois évaluée à un dixième seulement. Mais le prix de vente aux agriculteurs ne peut pratiquement dépasser une certaine limite, variable suivant les régions, la richesse relative des cultures et les emplois que l'on y peut faire de l'électricité. Il faut prendre garde que, dans une zone déterminée, l'établissement d'un réseau rural ne forme pas un simple progrès théorique et de façade, mais bien qu'il constitue un avantage indiscutable, immédiatement accessible à tous. Le tarif ainsi limité doit logiquement couvrir, au moins, toutes les dépenses de fourniture du courant et d'exploitation du réseau. Le plus souvent, il ne pourra comprendre toute la part nécessaire des charges financières d'établissement. La conclusion essentielle se dégage ainsi sans ambage. Pour la majorité des cas, les résultats accessibles dans l'exploitation des réseaux ruraux d'électricité *ne permettent pas de rémunérer tout le capital d'installation*. La portion susceptible d'être rémunérée est variable suivant les conditions géographiques et économiques de chaque région.

Nécessité d'une collaboration généralisée des efforts et des ressources. — Voilà donc le problème posé sous son vrai jour. L'électrification rurale, c'est un service public d'une indiscutable nécessité mais qui — dans les conditions usuelles non plus que dans les conditions d'avenir prévisibles — ne peut se réaliser comme une affaire industrielle. Faut-il donc y renoncer? Personne ne peut le penser. Il s'agit d'*une nécessité véritablement nationale* et tout le monde s'accorde sur la place prééminente des intérêts agricoles dans l'économie de la France. Toutes les dépenses à consentir pour l'aménagement des campagnes, pour le maintien des ruraux à la terre, pour l'augmentation des rendements, sont des dépenses essentiellement productives. Toute attribution raisonnée de subventions en matière agricole représente un bon placement du capital national.

Aussi bien, il ne s'agit pas d'un précédent. L'intervention de l'État s'est déjà produite dans des cas analogues, pour l'établissement des services publics qui ne formaient pas dès l'abord une « affaire » équilibrée. Pour les voies ferrées, pour les routes et chemins vicinaux, pour les réseaux téléphoniques, pour les services de transports automobiles, etc., l'État a fourni des fonds, en même temps d'ailleurs que les départements et les communes.

De même, l'établissement des réseaux ruraux requiert une série d'efforts superposés et coordonnés.

Digitized by Google

Une collaboration générale, qui comporte et qui dépasse l'aide purement financière, doit s'organiser entre les agriculteurs intéressés eux-mêmes et les diverses collectivités, communales, départementales et nationale.

Les organes essentiels de cette collaboration. — 1° *Les agriculteurs*, pris individuellement ou dans leurs groupements locaux (Syndicats) sont les bénéficiaires directs de l'électrification. Ils sont donc intéressés à en faciliter personnellement la réalisation. Ils peuvent fournir des subventions à titre de fonds de concours et cette formule a joué un rôle marqué dans certaines régions de France. Ils peuvent surtout et ils doivent souscrire aux emprunts qui sont émis sur place.

Le paysan ne répond pas toujours volontiers aux appels des banques « parce qu'il ne sait pas où va son argent ». Il l'apportera sans inquiétude pour un placement local, en vue d'une opération d'utilité collective qui sera réalisée sur place, sous ses yeux et pour son propre avantage. Le taux d'intérêt peut être relativement faible si les habitants comprennent bien que c'est eux-mêmes, en définitive, qui se paieront leurs coupons sous forme soit de contributions communales soit de surtaxes sur le prix du courant. Au surplus, il ne s'agit pas, à proprement parler, d'une simple opération financière, mais bien d'une participation à une entreprise mutuelle qui apportera à chacun des prêteurs, d'une part un revenu en espèces et d'autre part un avantage en nature très important qui est la disposition du courant électrique.

En fait, de nombreux emprunts locaux ont été déjà couverts, pour des entreprises d'électrification, à des taux variant de 3,5 à 5 %.

On a cherché, dans certains cas, à grouper directement les agriculteurs en des *Sociétés à forme Coopérative* qui devaient se charger d'établir et d'exploiter les réseaux ruraux. Ce furent d'ailleurs les premières solutions réalisées. Elles trouveront peut-être encore quelques cas d'application, dans certaines situations particulières. Elles ne sont pas à recommander. Sans méconnaître les avantages sociaux de la coopération, il faut bien admettre qu'elle n'est pas logiquement applicable en tout ni partout. Les agriculteurs ont formé entre eux des Coopératives pour effectuer dans de meilleures conditions qu'auparavant certaines *opérations agricoles* et ils ont généralement obtenu des résultats tout à fait intéressants (laiteries, beurreries et fromageries ; caves de vinification ; huileries, féculeries, etc.). Est-ce à dire qu'ils peuvent se charger avec les mêmes avantages d'une opération d'ordre industriel, plus exactement même d'un service public qui comporte de très notables aléas? L'expérience répond déjà. Les réseaux ruraux sont des entreprises difficiles et leur avenir est lourd de charges variables. La Coopérative n'est pas suffisamment solide ni souple pour traverser de telles crises. On a déjà marqué d'ailleurs une contradiction de principe, confirmée par de multiples faits, entre une telle Société d'intérêt privé et l'électrification des campagnes qui est une entreprise d'intérêt public.

2° *Les communes* ont tout naturellement à jouer un rôle capital dans l'organisation des réseaux ruraux — et cela sous leur double aspect : d'une part, organe de la puissance publique, d'autre part, communauté naturelle d'habitants. Représentante toute indiquée des intérêts locaux, la commune forme la base la plus logique dans l'organisation d'un service public, et constitue le cadre le plus naturel pour la mutualité efficace de tous les citoyens. Elle apporte, par voie de subvention, les disponibilités de ses ressources ordinaires ou extraordinaires. Elle est en même temps capable d'assurer la collaboration financière de tous ses habitants par le moyen des emprunts municipaux, dont elle se charge, par ailleurs, de couvrir les charges annuelles, soit par des impositions spéciales, soit par une contribution fixée sur les quantités d'énergie consommées. Organe de la puissance publique, la commune peut agir enfin comme autorité concédante, c'est-à-dire confier à un industriel l'exploitation de son réseau électrique.

Mais il est bien rare que l'établissement des réseaux ruraux puisse comporter des solutions communales isolées et, par ailleurs, les nécessités modernes ne cessent de faire apparaître la faiblesse d'action des petites communes rurales, trop pauvres de moyens pour satisfaire aux besoins nouveaux des habitants.

L'électrification rurale doit s'appuyer sur des groupements — et c'est la conséquence même de la situation de fait dont nous parlions précédemment. Pour assurer, au meilleur compte, l'alimentation des vastes zones actuellement dépourvues, il faut organiser des solutions d'ensemble, adaptées aux nécessités culturales comme aux conditions géographiques et à l'état plus ou moins avancé de l'équipement électrique de la région.

Les limites des réseaux à créer peuvent ainsi se définir logiquement dans chaque situation particulière ; et c'est dans les cadres ainsi tracés qu'il convient alors d'organiser l'entr'aide et l'unité d'action des diverses communes. La législation française a récemment acquis — après de multiples tentatives qui ont successivement échoué au cours du XIX^e siècle — un organisme d'une souplesse et d'une efficacité tout à fait remarquables, *le Syndicat de communes*. C'est une association re-

Digitized by Google

connue comme établissement public, qui ne peut être constituée que sur la demande des communes intéressées et selon tel besoin à satisfaire. La dernière loi en la matière a très heureusement réformé les conditions de création des Syndicats. Elle a voulu « substituer à l'action du pouvoir central celle de la représentation départementale, mieux placée et plus qualifiée pour apprécier l'opportunité de la création des Syndicats et donner aux vœux des communes une solution rapide ». Il y a dans ces quelques lignes une évocation très intéressante de la collaboration nécessaire aux divers échelons entre les organismes administratifs existants ou à créer: nul champ d'action ne pouvait lui être ouvert plus vaste ni plus fécond que l'électrification généralisée des campagnes.

3° *Les Départements* forment les organes autorisés — encore que souvent artificiels — des intérêts régionaux. Ils sont appelés de ce fait à intervenir dans l'électrification des campagnes, sous des formes variables avec les situations.

Il leur appartient, dans tous les cas, d'étudier les solutions d'ensemble, de diriger et de coordonner les efforts locaux : la consultation obligatoire du Conseil général pour la constitution des Syndicats de communes leur fournit à cet égard un très utile moyen d'action.

Quant à l'effort proprement financier, certains l'ont complètement écarté. D'autres l'ont envisagé sous une forme très développée, prenant à leur charge une grande partie des réseaux à construire ou accordant aux communes et aux Syndicats des subventions importantes, souvent égales à celles de l'État. D'autres enfin ont recherché surtout la coordination et l'égalisation des efforts locaux, réservant leur concours financier pour un rétablissement d'équilibre entre les zones diversement favorisées par les distributions existantes ou par les conditions spéciales d'établissement. Il semble que ce dernier mode d'action soit peut-être le plus sage et le plus conforme au rôle propre de l'Assemblée départementale : nous dirions même volontiers qu'il paraît en définitive le plus efficace. Mais il ne s'agit ici que d'observations générales, valables pour la moyenne des situations.

4° *L'Etat* enfin vient couronner cette collaboration complexe et nécessaire dont nous essayons de tracer un tableau schématique. Plus encore, il a le devoir de la diriger, de l'éclairer et de la faciliter par tous les moyens en son pouvoir.

L'État apporte en premier lieu, à toutes les collectivités qui lui en font la demande, le concours gratuit du Service du Génie rural pour l'étude technique et économique des projets.

Pour l'aide financière, elle est actuellement organisée sous une double forme.

C'est d'abord la *Subvention*. Le barème officiel la détermine dans la limite maxima de 30 % de la dépense totale, en fonction des charges par habitant correspondant à l'établissement des réseaux. C'est en effet le seul indice caractéristique qui puisse être retenu pratiquement pour définir et comparer l'effort financier des diverses collectivités. On distingue, pour le calcul, les dépenses relatives aux lignes et ouvrages de la Haute Tension qui ont pour objet de répartir l'énergie et de l'amener, si l'on peut dire, à l'entrée des localités — et les dépenses relatives aux lignes et ouvrages de la Basse Tension qui correspondent à l'utilisation locale de l'énergie fournie. Les premières sont logiquement subventionnées à un taux beaucoup plus large que les secondes.

L'autre forme possible du concours financier de l'État, c'est *le prêt à taux réduit*. Dans la limite d'un crédit total de 600 millions, fourni par la Caisse des Dépôts et Consignations et mis à la disposition de l'Office du Crédit agricole, des prêts à 3 %, remboursables au maximum en quarante ans, peuvent être accordés aux collectivités d'électrification rurale. Le montant maximum du prêt est fonction du capital préalablement réuni par les intéressés et cette fonction varie selon la charge par tête d'habitant et aussi selon les caractéristiques démographiques de la région.

S'il s'agit bien toujours de limiter les charges financières incombant aux groupements locaux d'électrification rurale, le rôle pratique des deux modes de concours répond cependant à deux nécessités qui tantôt se complètent et tantôt s'excluent. La subvention à fonds perdu diminue la part de capital à rémunérer dans l'avenir; le prêt fournit immédiatement des sommes plus importantes, mais dont il faudra, par la suite, payer l'intérêt et l'amortissement.

A un autre point de vue, tout concours financier de l'État implique des mesures de contrôle et de garantie et les dispositions nécessaires sont évidemment beaucoup plus complexes et impératives dans le cas des prêts remboursables à long terme.

Ces diverses conditions peuvent inciter les collectivités rurales à rechercher de préférence tel ou tel mode d'aide financière. Le Gouvernement leur laisse le choix et leur accorde la possibilité ou bien de demander simultanément une subvention et un prêt à taux réduit, ou bien de renoncer au prêt et d'obtenir alors une subvention complémentaire dont le montant est calculé d'après la valeur actuelle des bonifications assurées pendant trente ans par le jeu du taux réduit.

Les principaux aspects de la réalisation. — Après avoir développé la question financière — clef

Digitized by Google

essentielle du problème de l'électrification rurale — il convient maintenant de considérer les réseaux ruraux sous les divers aspects techniques de leur réalisation.

Trois conditions sont évidemment à rechercher pour tous les cas : les modes d'établissement les plus économiques — la disposition d'énergie produite à bon compte — enfin les formes d'exploitation les plus avantageuses.

Economie d'établissement. — Il faut, dans la conception même des divers réseaux, préparer l'économie par une étude logique, tendant à alimenter le maximum de localités avec le *minimum de longueur de lignes.* Ces études préalables ne doivent donc pas être subordonnées à telle ou telle initiative localisée ; il est indispensable de prévoir et d'assurer leur coordination. Nous avons marqué déjà que c'était là le rôle normal de l'Assemblée départementale, qui se trouve ainsi amenée, dans beaucoup de cas, à prendre l'initiative, sinon la charge financière, d'une artère principale unique reliant les divers réseaux prévus aux organisations industrielles existantes.

Dans le dispositif des projets et dans l'exécution des travaux, il faut ensuite chercher *les solutions techniques les moins coûteuses,* tout en assurant les meilleures garanties possibles de solidité, de durée et de sécurité. Il y a là, certes, des conditions en apparence peu conciliables et c'est bien la difficulté du problème. Nous en avons assez dit précédemment pour justifier une recherche à outrance de toutes les économies accessibles dans les frais d'installation qui seront ensuite d'une rémunération si pénible. Mais comment séparer l'établissement de l'exploitation ultérieure du réseau? Quel que soit l'exploitant, direct ou concessionnaire, ses frais seront fonction des charges d'entretien et de renouvellement, lesquelles dépendent essentiellement de la qualité primitive de la construction. Et, les frais d'exploitation, c'est, bien entendu, le consommateur qui les supporte en définitive.

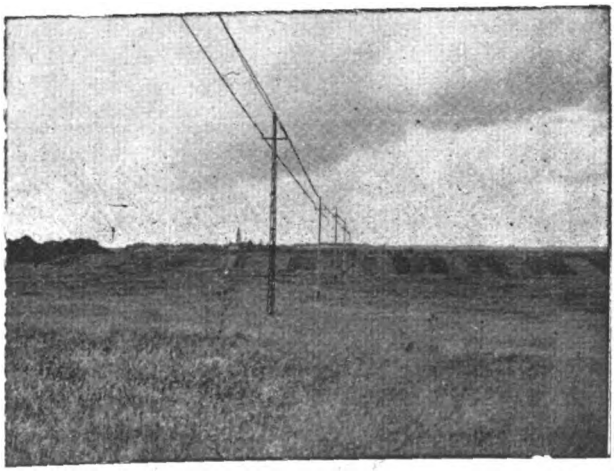


Fig. 241. — Une ligne rurale à 5.500 volts établie sur poteaux en bois à travers champs : au premier plan, un pylone métallique léger destiné à consolider un long alignement.

La marge d'économie n'est donc pas très extensible. Des recherches nouvelles, des mises au point de fabrication, des essais comparatifs apporteront peut-être certains éléments plus précis pour le choix des dispositifs à adopter : supports de lignes, conducteurs, postes de transformation, appareillage de protection, etc. Il n'est guère possible à l'heure actuelle d'indiquer ni la solution-type, ni la solution optima, et c'est en partie du fait que les conditions locales sont extrêmement complexes et variables.

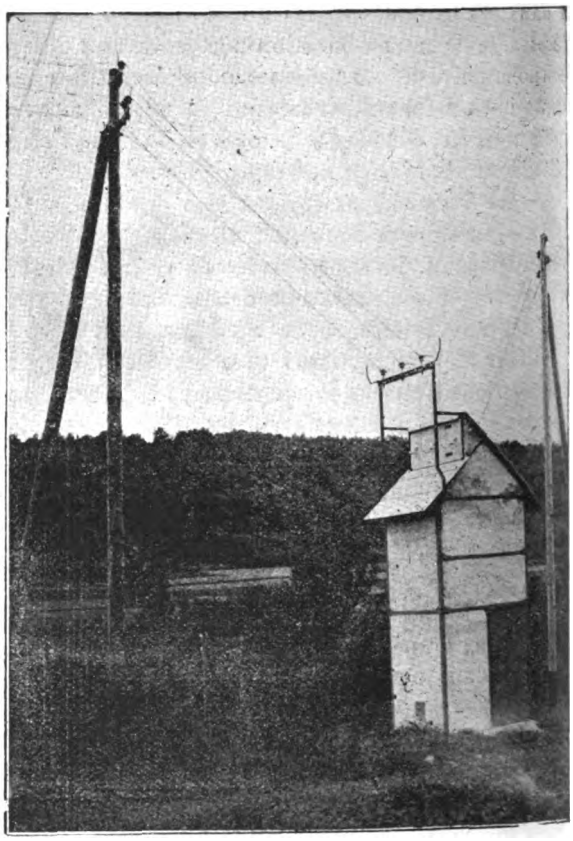


Fig. 242. — Un poste de transformation pour l'alimentation d'un village : à gauche, arrivée de la ligne Haute Tension (3 fils) ; à droite, départ des lignes à Basse Tension (4 fils).

Si le choix des solutions techniques est, dans chaque cas particulier, affaire de bon sens et d'expérience, le devoir essentiel s'impose partout d'étudier à fond et de discuter avec rigueur tous les détails des prix d'exécution. La pratique montre

Digitized by Google

là une possibilité toujours ouverte d'économies très substantielles.

De l'énergie électrique produite à bon compte. — Mais, supposant résolue la question de construction, il faut alimenter le réseau en énergie. C'est ici

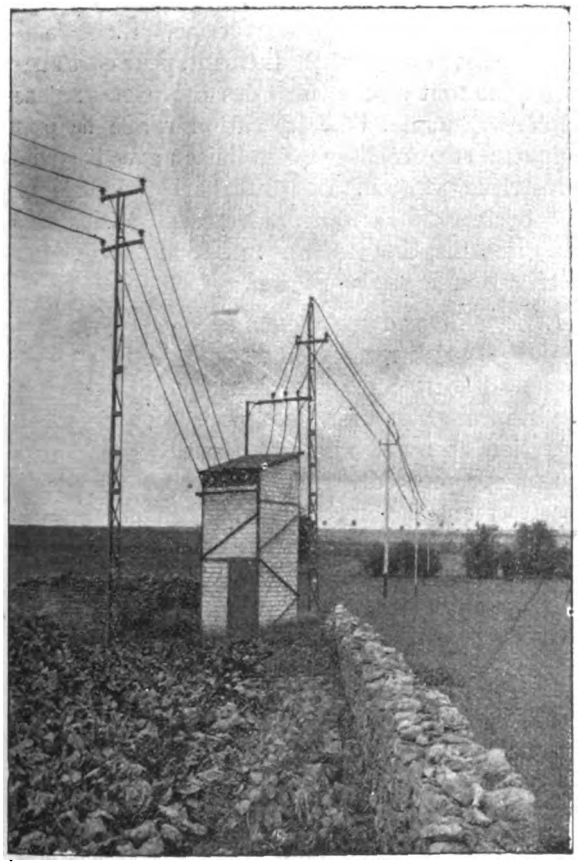


Fig. 243. — Un poste de transformation à la lisière d'un village : à droite, la ligne à Haute Tension formant un long alignement sur poteaux bois ; à gauche, les 4 fils de ligne Basse Tension.

qu'apparaît le mieux l'extrême diversité des situations régionales.

Dans les zones agricoles voisines des régions industrielles, aucune difficulté de principe ne se présente. Les distributions d'électricité existantes peuvent généralement y fournir *les quantités relativement très faibles d'énergie* dont les campagnes ont besoin. Une sorte d'entr'aide s'établit ainsi immédiatement entre deux branches de la production nationale, et ce n'est pas la seule fois que nous avons à souligner ce point de vue.

Mais dans les vastes régions presque uniquement rurales où les lignes électriques n'ont pas encore pénétré, où n'existe à peu près aucune station productrice, quelle solution peut-on raisonnablement chercher pour l'alimentation des réseaux? Est-il possible même d'envisager ces solutions dans le seul cadre local ou régional? De tout ce que nous savons sur les réseaux ruraux, il semble bien résulter qu'une usine productrice ne saurait généralement prospérer ni même vivre avec une clientèle purement agricole. Et cette dure loi s'impose

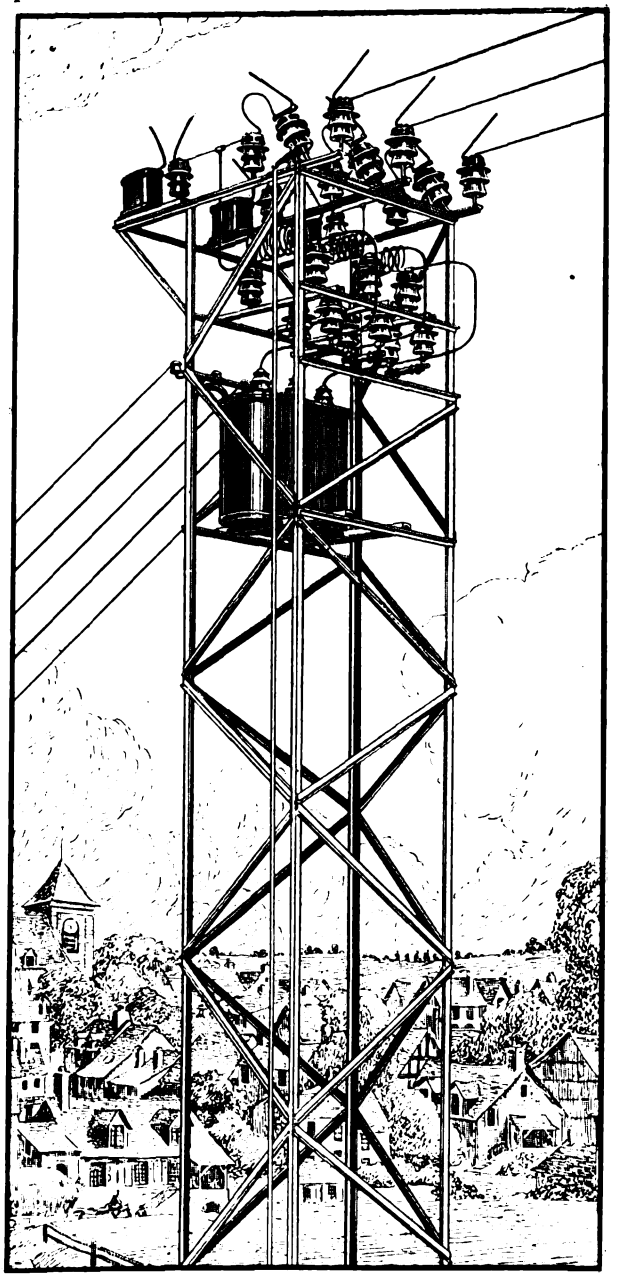


Fig. 244. — Poste de transformation de 20 KVA, entièrement extérieur, monté sur pylône.

surtout pour les usines nouvelles que l'on chercherait à créer en période de hauts prix. On a construit quelques petites centrales coopératives ; on n'en établit plus guère ; il est vraisemblable que l'on n'en projettera plus du tout. Mais s'il paraît peu recommandable de produire l'énergie électrique sur place,

Digitized by Google

pour les besoins ruraux, partout où elle fait actuellement défaut, n'y a-t-il pas à espérer que cette énergie puisse y être amenée un jour ou l'autre? Le problème déborde ainsi l'ordre rural, il touche aux intérêts généraux des régions et du pays tout entier. Et nous sommes ainsi ramené au point de départ de cette étude, au programme général de production et de transport de l'énergie, plus spécialement de l'énergie d'origine hydraulique.

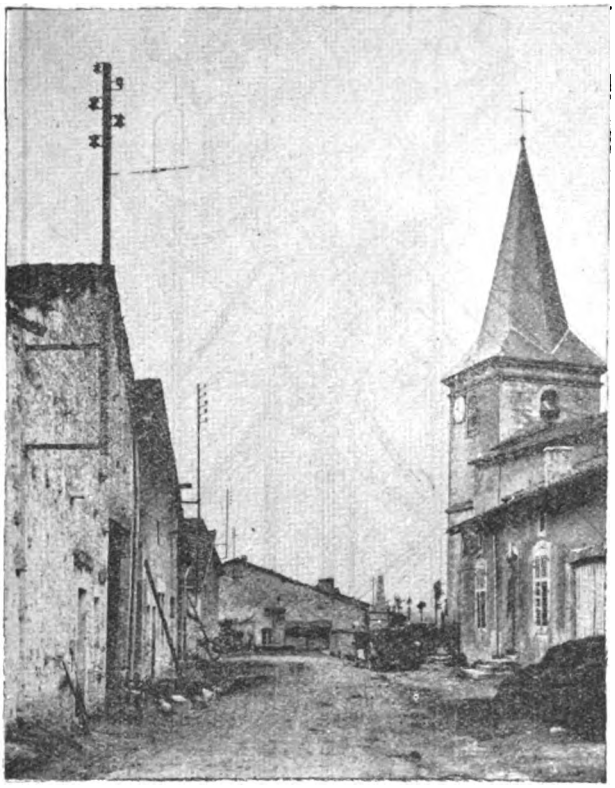


FIG. 245. — Un réseau de distribution à Basse Tension dans un village lorrain : on a recherché l'adoption généralisée des potelets métalliques.

Là réside évidemment la seule solution logique du problème. Seule la réalisation progressive des grands programmes, visés par les lois du 16 octobre 1919 et du 19 juillet 1922, permettra d'assurer, aux points choisis des diverses régions, la fourniture d'énergie produite à bon compte. Et c'est alors seulement qu'on pourra sérieusement aborder partout le problème proprement rural de la répartition de l'énergie dans toutes les localités.

Les usines thermiques et hydrauliques actuellement existantes répondent à peu près aux besoins actuels d'énergie manifestés dans le pays. Le remplacement de certaines productions thermiques par de nouvelles productions hydrauliques ne pourra s'effectuer que peu à peu et, avant d'accroître la puissance totale disponible comme avant de réaliser les grands réseaux capables de la transporter, le problème se pose d'organiser de nouvelles « consommations » judicieusement réparties dans toutes les régions de France. L'industrie moderne est assez fertile en évolutions pour aboutir à de telles réalisations : elle s'appuiera d'ailleurs sur un autre grand programme, largement abordé déjà, celui de l'électrification des chemins de fer.

Notre conclusion apparaît donc, si décevante qu'elle puisse être momentanément, pour qui s'attache avant tout aux besoins des campagnes; d'une manière générale, l'électrification rurale ne peut logiquement se réaliser qu'en liaison avec l'activité industrielle voisine. La diffusion généralisée de l'électricité sera surtout une conséquence indirecte de l'intensification des réseaux de transport et de distribution *à usage général.*

Les conditions d'exploitation les plus économiques. — Les réseaux ruraux étant construits, la fourniture de l'énergie nécessaire leur étant acquise, il s'agit encore d'assurer l'exploitation : surveillance, entretien et renouvellement des ouvrages, distribution proprement dite, relevé des compteurs, encaissement des recettes, etc. Les groupements locaux ou régionaux peuvent choisir soit l'exploitation directe, soit le régime de la concession.

Les collectivités privées, du type coopérative, sont essentiellement destinées à assurer l'exploitation directe. Les communes et les Syndicats de communes peuvent également s'en charger sous la forme de la régie, mais ils ont aussi le moyen de la mettre en concession. Sans aborder ici l'étude des cas particuliers, dont certains sont de nature à justifier localement et momentanément certaines solutions spéciales, il convient d'examiner la question dans son ensemble.

L'exploitation d'un réseau, quelle qu'en soit l'étendue, exige un minimum d'organismes et par suite de charges permanentes. Pour les réseaux ruraux, les dépenses d'entretien et de renouvellement sont aggravées par la dispersion des ouvrages et, d'autre part, les aléas inévitables de l'entreprise prennent une importance relative très lourde pour un budget de recettes très limité. Il apparaît bien que l'exploitation d'un réseau rural, *par des moyens qui lui sont propres*, sera toujours onéreuse et souvent précaire.

Au contraire, la concession dégage de tous aléas le groupement constructeur et fait jouer pour une période raisonnable toute l'initiative d'une industrie qui, le plus souvent, s'occupe déjà de distribution d'électricité, qui possède à l'avance une organisation et des moyens d'action susceptibles d'être utilisés en même temps sur le réseau rural et qui se trouve ainsi déchargé d'une sérieuse proportion de frais généraux. Les conditions de tarif peuvent être ainsi fixées d'une manière très satisfaisante et

Digitized by Google

l'expérience qui s'étend ne cesse d'en fournir de nouveaux exemples.

Si le régime de la concession apporte aux collectivités agricoles la sécurité la plus désirable, il ne leur enlève d'ailleurs pas la possibilité de participer dans l'avenir aux bénéfices plus larges que ferait apparaître une utilisation plus étendue de l'énergie électrique. Des *redevances* peuvent être imposées au concessionnaire, en fonction des recettes réalisées ou plus exactement à partir d'un minimum de recettes nécessaire pour couvrir les frais fixes d'exploitation.

Ces redevances permettront aux Syndicats et Communes de solder une proportion, d'année en année grandissante, de leurs charges d'emprunt. Aussitôt finie la période d'amortissement, elles constitueront des recettes nettes qui pourront être intéressantes.

Ainsi la collectivité communale apporte à l'établissement du service public son cadre et son effort financier, indispensable pour des débuts difficiles. Si le service est bien organisé et s'il réalise bien son objet, la commune pourra dans l'avenir en tirer un bénéfice et récupérer peu à peu son apport initial. Jeu raisonnable de la mutualité naturelle entre les habitants et entre les générations successives d'habitants.

Conclusions. — Devant la vaste question des réseaux ruraux, nous avons dû nous limiter à une sorte de « tour d'horizon » avec quelques arrêts du regard sur les points les plus importants. Rassemblons ici nos observations essentielles.

Le problème posé : une grande nécessité d'intérêt national, l'équipement de la terre, l'amélioration de toutes les conditions de l'existence à la campagne par la diffusion de l'énergie électrique.

Ses difficultés caractéristiques : les réseaux ruraux comportent le maximum de dépenses d'établissement pour le minimum de recettes.

Les moyens de réalisation : D'une part, dans l'organisation et la préparation des solutions, la nécessité s'impose d'une vaste collaboration de tous les efforts et de toutes les ressources, associant les agriculteurs eux-mêmes avec les communes, les départements et l'État.

D'autre part, pour la réalisation même des solutions techniques, il est indispensable d'organiser une collaboration active entre les collectivités agricoles et les industries de l'électricité.

Il y a, en ce dernier point, une condition essentielle de l'économie moderne et M. Victor Boret la soulignait récemment avec force en ouvrant puis en clôturant à Lyon le *premier Congrès national de l'électrification rurale*. Lorsque nous indiquions plus haut, dans cette étude, la situation de fait au lendemain de la guerre, nous laissions entrevoir d'un côté les paysans qui attendaient l'énergie électrique, de l'autre côté les industriels qui ne pouvaient les considérer comme des clients normaux et qui ne se croyaient pas en mesure d'aller à eux. Les barrières, peu à peu, se sont abaissées. Sans s'attarder à déplorer l'état des choses, sans opposer indéfiniment les uns aux autres des groupements professionnels dont les intérêts ne paraissent antagonistes que si on les considère séparément dans leurs domaines respectifs, on a peu à peu organisé la liaison, on a étudié en commun des solutions nouvelles : on a pratiqué la méthode féconde de l'ajustement des intérêts, dans le sens de l'intérêt général du pays. Cette grande idée d'appui mutuel et de collaboration s'est imposée progressivement dans les réunions des techniciens : remarquablement définie dès le Congrès de Bordeaux (juin 1922), elle tenait une place marquée au Congrès régional de Montpellier (juin 1923), elle formait enfin la conclusion la plus importante et la plus nette du Congrès national de Lyon (octobre 1924).

L'expérience ne cesse de confirmer ces données par de nouveaux exemples de réalisation. Plusieurs milliers de communes agricoles sont dès maintenant électrifiées. Le mouvement s'est dessiné parallèlement dans les diverses régions de France où l'activité industrielle pouvait servir d'appui direct à l'organisation des réseaux ruraux.

Dans les autres régions, des solutions partielles ont pu être, ici ou là, pratiquées ; des projets d'ensemble ont été presque partout préparés. Mais il convient de ne pas précipiter les choses, ainsi que le soulignait à Lyon M. le Ministre de l'Agriculture, avec le net courage des hommes de réalisation. Il faut mûrir les études et sérier les travaux : rien ne se fait de bon et de durable dans l'improvisation.

Un problème, aussi bien, n'est pas loin d'être résolu quand tous les principes de solution en sont bien établis. Avec une sérieuse continuité de vues, avec un programme de crédits raisonnable et suffisamment échelonné, les réseaux ruraux pourront bientôt s'étendre sur toutes nos campagnes pour les vivifier et pour les aider à produire.

Et pour conclure en liaison avec un autre grand problème d'intérêt national, souhaitons que ces réseaux destinés à la terre de France puissent transporter une proportion toujours plus grande d'énergie tirée de nos richesses naturelles, de nos torrents et de nos rivières, soit en définitive, comme nos récoltes, du soleil de France.

R. PRÉAUD,
Ingénieur en Chef du Génie rural.

Digitized by Google

Bibliographie sommaire

réduite aux seules étude; d'ensemble, classées par ordre chronologique

1. *Circulaires ministérielles et interministérielles* précisant les conditions dans lesquelles l'État peut encourager le développement des réseaux ruraux d'électricité. — 19 octobre 1919, 15 juin 1920, 15 juillet 1920
2. *L'établissement des réseaux ruraux dans la Région lorraine*, par R. Préaud, Ingénieur en chef du Génie rural (publié par l'Office agricole de la région de l'Est.) — Avril-Juin 1922
3. Compte rendu des travaux du *Congrès de Bordeaux* (Section de la Houille Blanche). — Juin 1922.
4. *Commission interministérielle* chargée d'établir un programme pour la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes. Rapports présentés par MM. Le Verrier, Troté et Tardy. — Juillet 1922
5. *Rapport parlementaire* (M. le Député Queuille) sur le projet de loi tendant à faciliter la distribution de l'énergie électrique dans les campagnes. *(Journal off ciel)* — 12 janvier 1923
6. *L'électricité dans les communes rurales*, par M. Bernier, député de l'Ain, avec préface de M. Ricard, ancien ministre de l'Agriculture. — Février 1923
7. *L'électrification des campagnes*, rapport présenté par M. Préaud, ingénieur en Chef du Génie rural, au Vᵉ Congrès de l'Agriculture française. — Mai 1923
8. Compte rendu des travaux du *Congrès régional d'électrification des campagnes à Montpellier.* — Juin 1923
9. *Électrification rurale.* Rapport de M. Olivié, ingénieurdu Génie rural (publié par le ministère de l'Agriculture). — Novembre 1923
10. *L'électrification des campagnes.* Notice publiée par le Ministère de l'Agriculture. — Mars 1924.
11. *Le régime juridique de l'électrification des campagnes.* Thèse, par M. Fromont Nancy. — Juillet 1924.
12. Compte rendu des travaux du *Premier Congrès national de l'électrification rurale*, Lyon. — Octobre 1924
13. *L'électricité à la campagne*, par M. Porchet, Ingénieur du Génie rural (Hachette édit.). — Décembre 1924

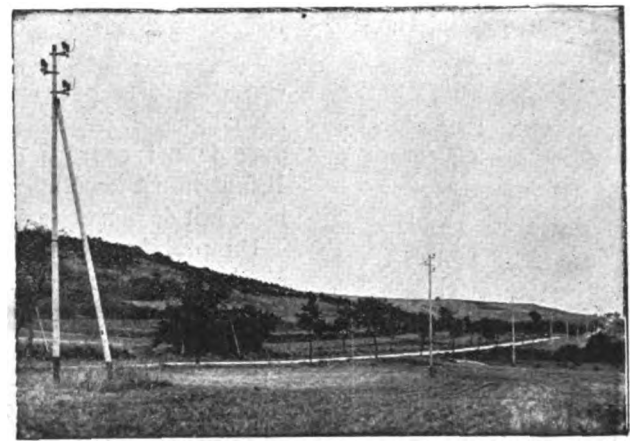


Fig. 246. — Une ligne de transport à trois fils.

Digitized by Google

L'ÉLECTRIFICATION DU RÉSEAU DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI.

Par M. MASSONNEAU,
Ingénieur du Service de la Construction à la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Le premier essai d'électrification fait par la Compagnie des Chemins de fer du Midi remonte à l'année 1910. A cette époque on a établi, en vue de son électrification, la ligne de Villefranche-Vernet-les-Bains à Bourg-Madame, ligne à voie étroite de 51 kilomètres de longueur, comportant des rampes atteignant 60 mm. par mètre. La puissance électrique nécessaire est fournie par une usine hydro-électrique installée sur la rivière la Têt, au lieu dit « La Cassagne » sa puissance maximum est de 6.000 C.V.

En vue de renforcer cette usine, et aussi pour permettre certains essais sur la ligne à voie normale de Perpignan à Villefranche, une autre usine fut construite à Fontpedrouse. Cette dernière utilise les eaux de la Têt immédiatement à la sortie de l'usine de la Cassagne. Sa puissance maximum est de 4.000 C. V. (1)

Les essais ayant donné des résultats satisfaisants, la Compagnie décida l'électrification des lignes de Lourdes à Pierrefitte, Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, Lannemezan à Arreau et entreprit à cet effet l'exécution de l'usine de Soulom (21.000 C. V.) près de Pierrefitte. Cette usine fut achevée et mise en exploitation en 1915.

En même temps la Compagnie étudiait l'équipement électrique de la section Pau-Montréjeau qui comporte des rampes importantes. La puissance nécessaire devait être fournie par une usine à installer sur la Neste, à Éget (Hautes-Pyrénées) (35.000 C. V.). Elle est alimentée par le réservoir de l'Oule (6.500.000 m³) et, sous certaines réserves, par les eaux des lacs supérieurs (Orédon, Capdelong, Aumar, Aubert) d'une capacité totale de 19.600.000 m³. Commencée avant la guerre, cette usine ne fut terminée et mise en exploitation qu'en 1923.

Poursuivant l'étude de son programme arrêté par la guerre mondiale, la Compagnie du Midi porta à 3.300 kilomètres la longueur des lignes à électrifier, étant entendu que cette opération s'effectuerait en deux phases ; la première comprenant les lignes de la partie Ouest du réseau serait exécutée tout d'abord ; l'autre, s'étendant sur les lignes de la partie Est, viendrait ensuite.

Ce programme comporte, en dehors de l'équipement des lignes, l'exécution de trois groupes de trois usines chacun.

Au premier groupe, les usines de la vallée d'Ossau, au deuxième celles de la vallée de la Haute Ariège, enfin au troisième celles de la vallée de la Têt.

Usines de l'Ossau. — Ce sont celles dont l'exécution est en cours.

Elles comprennent trois usines disposées en échelon : une usine supérieure ou d'Artouste, une usine intermédiaire ou de Miégebat, une usine inférieure ou du Hourat.

Usine d'Artouste. — L'usine d'Artouste sera alimentée par les eaux du lac d'Artouste surélevé au moyen d'un barrage de 24 mètres de hauteur. dans sa partie la plus haute et de 130 mètres de longueur. La capacité du lac (altitude 1.989 mètres) sera ainsi portée à 23.000.000 mètres cubes (fig. 247).

FIG. 247. — Lac d'Artouste.
Vue prise du lac d'Arrius.

(1) Dans le programme général de la Compagnie, ces deux usines sont d'ailleurs appelées à disparaître ou à recevoir des modifications importantes.

Digitized by Google

Une galerie de prise creusée sous le lac, puis un canal d'amenée à écoulement libre de 8 km. 500 de longueur entièrement souterrain, amèneront les eaux dans une chambre de mise en charge de 5.000 mètres cubes de capacité. De là les eaux passeront dans trois conduites forcées en tôle d'acier d'un diamètre variant de 0 m. 800 au départ à 0 m. 600 à la partie inférieure et alimenteront chacune une turbine de 10.000 C.V., installée dans un bâtiment situé à 760 mètres environ au-dessous de la chambre d'eau.

Les travaux sont commencés et seront poursuivis activement au cours de la présente campagne.

Usine de Miégebat. — L'eau sortant des turbines sera recueillie dans deux réservoirs en échelon d'une contenance totale de 95.000 mètres cubes. Ils recueilleront, en outre, celles des bassins versants des gaves de Bious et du Brousset, situés en amont, portant le débit moyen utilisable dans l'usine intermédiaire de Miégebat à 5.400 litres-seconde. Les eaux préalablement décantées dans les réservoirs seront débarrassées des détritus et des feuilles qu'elles tiennent en suspension, surtout en automne, en passant au travers de grilles à petits barreaux. Le nettoyage de ces grilles sera effectué au moyen d'un dégrilleur mécanique d'un système nouveau en France.

Les eaux seront conduites ensuite à l'usine, d'abord par un canal d'amenée en charge de 7.900 mètres de longueur, puis par trois conduites

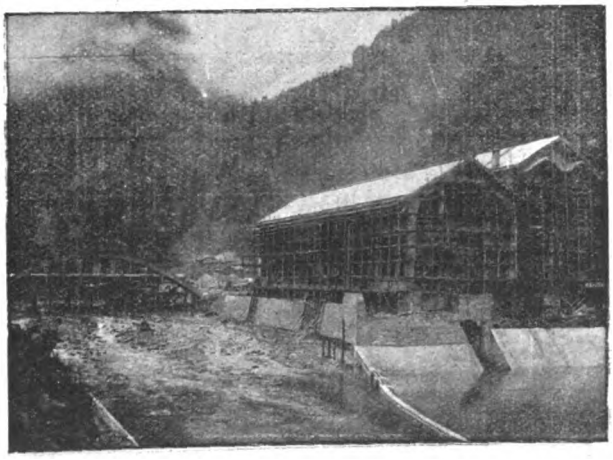


Fig. 248.
Usine de Miégebat.
Arrivée des conduites forcées. Bâtiment et canal de fuite.

forcées de 1 m. 200 de diamètre chacune. La chute nette est de 380 mètres. La chambre d'eau est ici remplacée par une cheminée d'équilibre dont il sera parlé plus loin à l'occasion de l'usine du Hourat dont l'installation est tout à fait analogue.

L'équipement de l'usine de Miégebat comporte cinq turbines de 10.000 C.V. chacune.

Son aménagement est beaucoup plus avancé que celui de la précédente ; sa mise en essais sera vraisemblablement effectuée au début de 1926.

Usine du Hourat. — Les travaux de cette usine, attaqués en premier lieu, sont entièrement terminés. Il est procédé actuellement à divers essais avant sa mise en exploitation.

L'usine du Hourat reçoit les eaux de fuite de

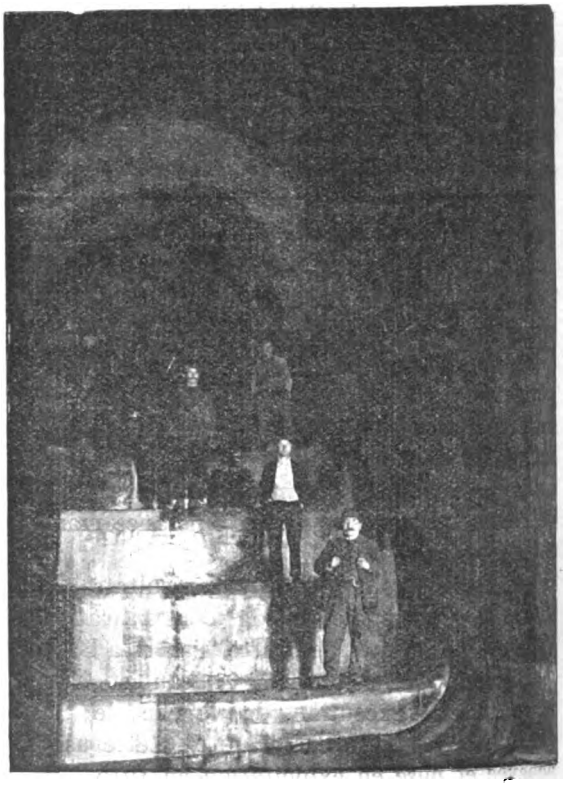


Fig. 249.
Usine du Hourat.
Jonction du canal d'amenée avec la cheminée d'équilibre.

l'Usine précédente (fig. 248) ainsi que les eaux des bassins versants situés en amont. Celles-ci sont débarrassées des détritus et feuilles qu'elles tiennent en suspension par leur passage au travers de tôles perforées installées dans des chambres dites de défeuillage. Elles sont conduites ensuite à la cheminée d'équilibre par un canal d'amenée en charge de 5.700 mètres de longueur et de 12 mètres carrés de section. Cette grande section sert à emmagasiner un certain volume d'eau qui, ajouté à la capacité du réservoir de tête, permet de disposer d'un volume total de 75.000 mètres cubes, nécessaire pour porter, pendant quelques heures de la journée, en vue des pointes de traction, la puissance de l'usine à son maximum.

Digitized by Google

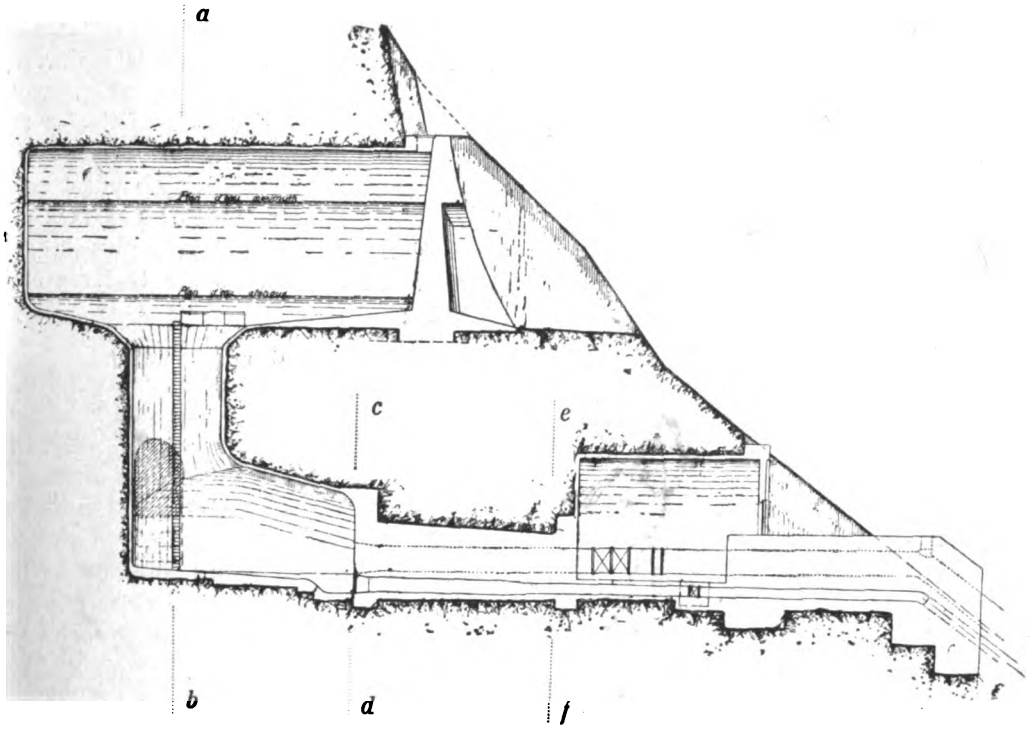


FIG. 250.
Usine du Hourat.
Cheminée d'équilibre avec sa chambre d'épanouissement et chambre des robinets.
Hauteur totale au-dessus du niveau du sol : 28 mètres.

La cheminée d'équilibre (fig. 249) entièrement creusée dans le rocher, est formée par un puits de 6 mètres de diamètre et de 28 mètres de hauteur dont la partie supérieure s'élargit pour former une chambre d'épanouissement de 12 m. × 24 m. (fig. 250, 251 et 252).

Par suite du principe des vases communicants, cette cheminée se remplit jusqu'au niveau du réservoir amont et cette masse constitue un amortisseur des coups de bélier qui se produisent dans les conduites forcées et le canal d'amenée par suite de la manœuvre des distributeurs des turbines.

Coupe suivant *a b*.

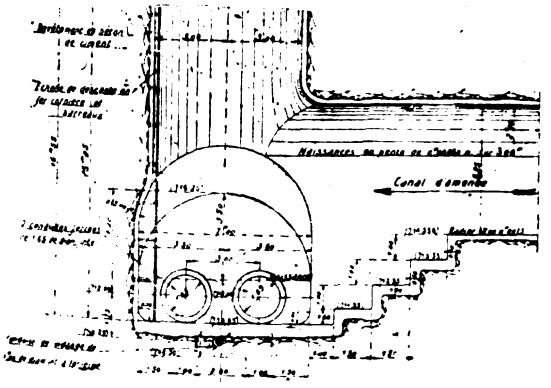


FIG. 251.
Coupe de l'Usine du Hourat, suivant *ab* (voir fig. 250).

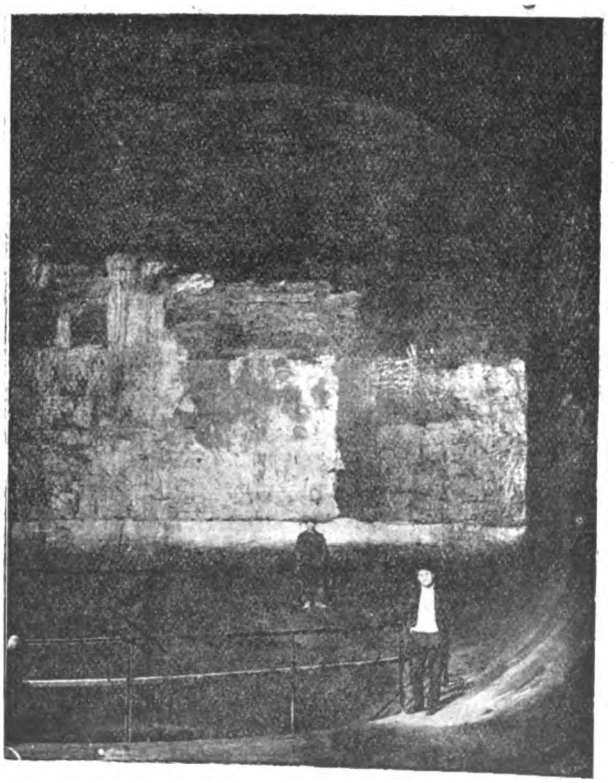


FIG. 252.
Usine du Hourat.
Chambre d'épanouissement de la cheminée d'équilibre.

Digitized by Google

De la cheminée d'équilibre partent les conduites forcées constituées par deux tuyaux en tôle d'acier de 1 m. 620 de diamètre. Un troisième plus petit constitue la conduite de vidange (fig. 253, 254 et 255).

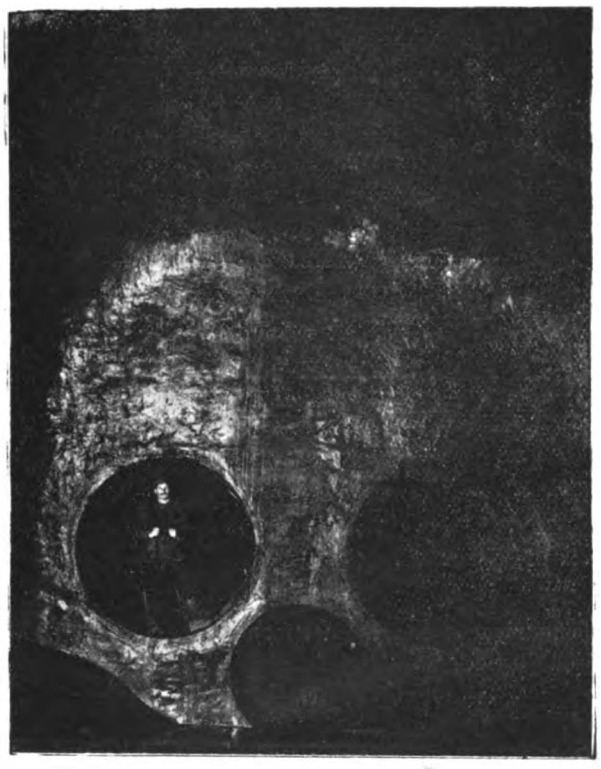


FIG. 253.
Usine du Hourat.
Cheminée d'équilibre.
Départ des conduites forcées et de la conduite de vidange.

La chute nette est de 204 mètres et le débit moyen de 8.100 litres par seconde.

Au niveau du sol de l'usine ces deux tuyaux se réunissent en un seul pour constituer le collecteur

Coupe suivant *c d*.

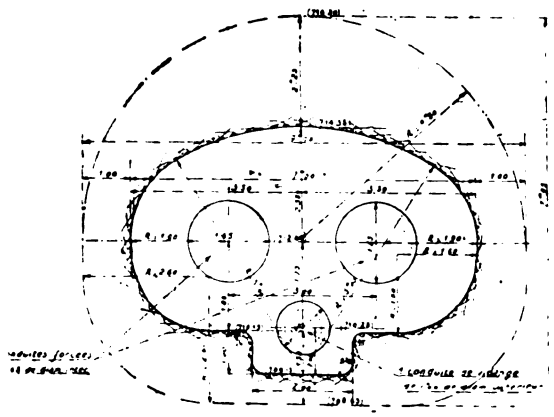


FIG. 254.
Coupe de l'Usine du Hourat suivant *c d* (voir fig. 250).

d'alimentation (fig. 256) des cinq turbines de 10.000 C. V. chacune, installées dans le bâtiment d'usine

Ce bâtiment, entièrement en ciment armé, comprend deux parties bien distinctes :

1° La salle des machines, en dessous de laquelle se trouvent une galerie d'air chaud et une galerie, d'air froid destinées toutes les deux à assurer la ventilation des alternateurs, puis la galerie de déversement des bâches des turbines et le canal de fuite ;

Coupe suivant *e f*.

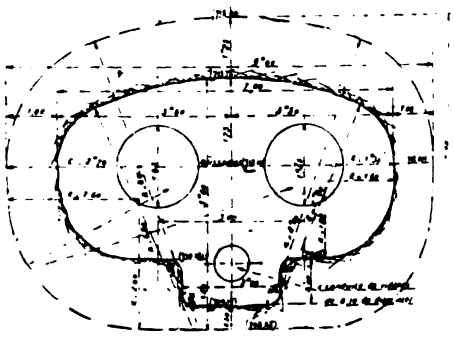


FIG. 255.
Coupe de l'Usine du Hourat, suivant *e f* (voir fig. 250).

2° Une salle contiguë, parallèle à la première, comprenant : au rez-de-chaussée, les transformateurs ; au premier étage, les salles haute tension. Cet étage est surmonté à chaque extrémité d'une tour. L'une sert au départ des câbles, l'autre contient l'atelier de réparations.

Le bâtiment entier mesure 64 mètres de longueur et 31 mètres de largeur.

A côté du bâtiment et en plein air s'élève le poste de transformation destiné à élever de 60.000 à 150.000 volts le courant produit par l'usine du Hourat. Ce poste occupe une superficie de 4.200 mètres carrés environ, c'est-à-dire deux fois plus que celle occupée par le bâtiment lui-même.

L'énergie, élevée à la tension de 150.000 volts, sera transportée aux grands centres d'utilisation de Dax, Bordeaux et Toulouse par un super-réseau, puis abaissée à 60.000 volts pour l'alimentation des sous-stations de traction. Celles-ci sont réparties le long des lignes à électrifier et alimentent en courant continu à 1.500 volts la ligne de travail qui suit la voie du chemin de fer.

Sur les automotrices et sur les locomotives la captation du courant se fait par deux pantographes (archet) manœuvrés à l'air comprimé de l'intérieur de la cabine du wattman.

***

En dehors des lignes de Cerdagne, la traction électrique est actuellement totalement ou partielle-

Digitized by Google

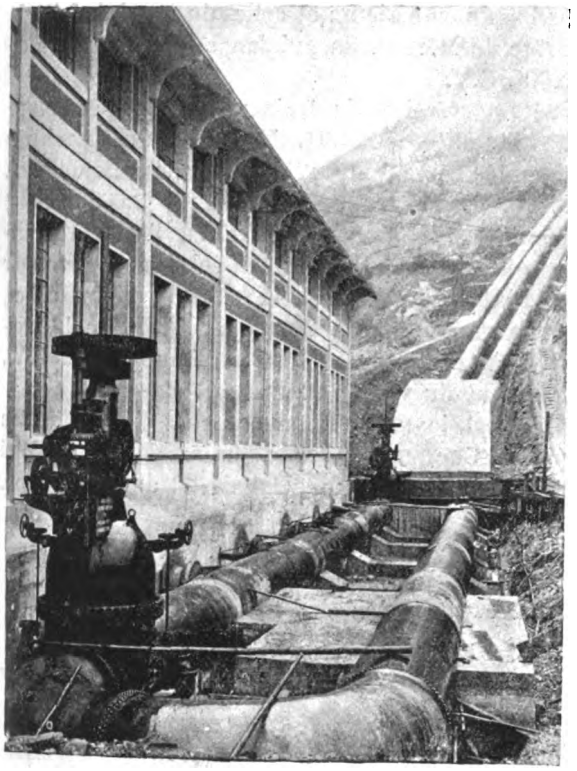


FIG. 256. — Usine du Hourat.
Collecteur d'alimentation et robinets d'arrêt des conduites.

ment substituée à la traction à vapeur sur les lignes suivantes :

Dax à Toulouse, 302 kilomètres de voie double.

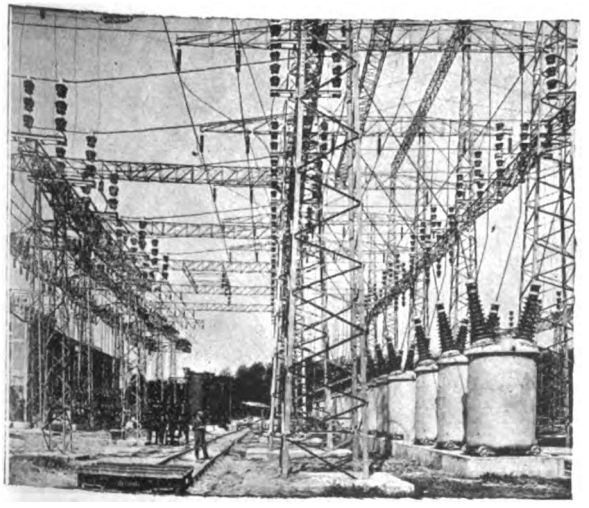


FIG. 257. — Poste de transformation 150.000 /60.000 volts de Dax (Landes), de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. On aperçoit à droite l'appareillage à 150.000 volts, à gauche, devant le bâtiment, les interrupteurs automatiques à 60.000 volts. Au centre les énormes cuves des transformateurs 150.000 /60.000 volts, dont les bornes traversées ne sont pas encore montées (Ateliers de Constructions Électriques de Delle).

Lourdes à Pierrefitte, 20 kilomètres de voie unique.

Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, 22 kilomètres de voie unique.

Lannemezan à Arreau, 25 kilomètres de voie unique.

D'autre part, les lignes suivantes, en cours d'équipement, pourront être mises prochainement en service :

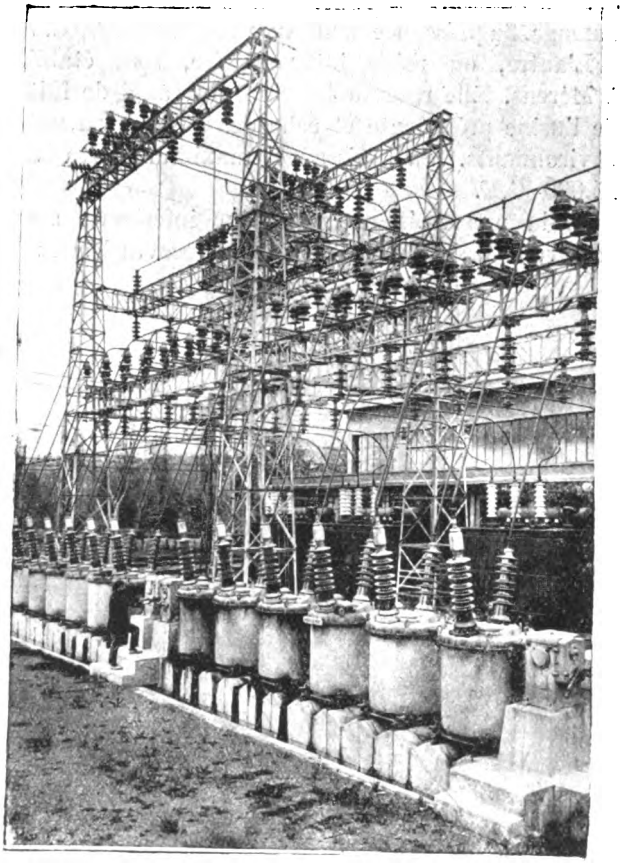


FIG. 258. — Sous-station de transformation 60.000 volts triphasé; 1.500 volts continu de Tournay (Hautes-Pyrénées).
Au premier plan, disjoncteur automatique et sectionneur rotatif. Au fond transformateur-abaisseur. Les commutatrices et l'appareillage à courant continu sont installés dans le bâtiment. (Ateliers de Constructions Électriques de Delle).

Bordeaux à Hendaye, 233 kilomètres de voie double.

Lamothe à Arcachon, 16 kilomètres de voie double.

La Négresse à Biarritz, 3 kilomètres de voie unique.

Montréjeau à Bagnères-de-Luchon, 35 kilomètres de voie unique.

Digitized by Google

***

Enfin, pour l'électrification des lignes appartenant à la deuxième phase du programme, la Compagnie étudie :

1° La création de trois usines dans la vallée de l'Ariège. Elles seront, comme les précédentes, du type en échelons.

L'une, ou usine supérieure, sera installée à Saillens et alimentée par le lac du Lanoux (altitude 2.200 mètres) dont la capacité sera portée à 58.000.000 mètres cubes par la construction d'un barrage. Sa puissance maximum sera de 25.000 C.V.

L'autre, ou usine intermédiaire, sera établie à Mérens. Elle recevra les eaux du canal de fuite de l'usine précédente et celle des bassins versants environnants. Sa puissance maximum sera de 25.000 C.V.

Enfin une troisième, ou usine inférieure, sera construite à Ax-les-Thermes. Elle recevra les eaux des bassins supérieurs et celles du canal de fuite de l'usine de Mérens. Sa puissance maximum sera de 45.000 C.V.

2° La création de trois usines du même type dans la vallée de la Têt, l'une au Pla des Aveillans alimentée par le réservoir des Bouillouses, 13.000.000 mètres cubes (altitude 2.000 mètres) puissance maximum 10.000 C.V., l'autre à Font-pedrouse (Nouvelle) alimentée par le réservoir du Pla des Aveillans, 12.000.000 mètres cubes, puissance maximum 20.000 C. V. Enfin la troisième à Olette, puissance maximum 30.000 C.V., en amont du village de ce nom.

Tel est le programme complet d'électrification que la Compagnie des Chemins de fer du Midi doit réaliser dans un délai de 20 années environ.

M. MASSONNEAU,

Ingénieur du Service de la Construction à la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

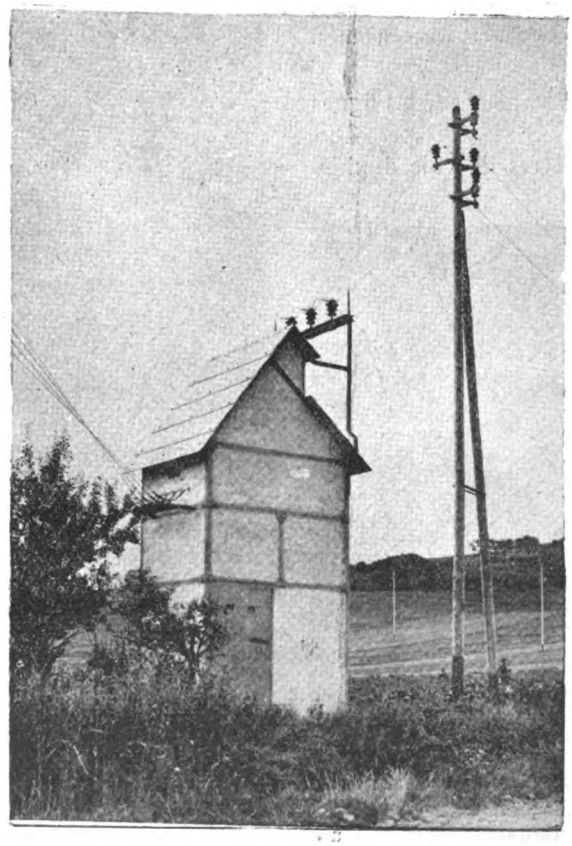


FIG. 259. — Un poste de transformation de la tension du courant alternatif.

Digitized by Google

LES DISTRIBUTIONS D'ENERGIE ELECTRIQUE

Par A. MONMERQUÉ,
Inspecteur général des Pon s et Chaussées E. R.
Ancien Président du Comité d'Électricité au Ministère des Travaux Publics.

Préambule

Objet de l'article.

Indications générales du développement de l'industrie de la distribution d'énergie électrique dans ses applications pratiques au moyen de photographies diverses.

Le présent article a pour objet principal de mettre le lecteur au courant de l'état actuel de la législation de la réglementation et du développement de la distribution de l'énergie électrique dans leurs lignes générales. L'auteur n'entre pas dans le détail des textes. A cet égard, si besoin en est, le lecteur pourra se reporter aux textes officiels et aux ouvrages spéciaux. Mais il trouvera dans l'article les directives utiles pour faire de telles recherches. En indiquant l'état actuel de développement de la distribution, toujours en se maintenant dans des lignes générales, l'auteur n'a pas entrepris la description des principales distributions, cette tâche l'aurait entraîné trop loin. De même il n'a pas voulu aborder la question des applications pratiques. A cet égard, toutefois, pour donner une idée au lecteur de ces applications, il a inséré dans son texte une suite de photographies avec légendes explicatives qui donnent, depuis la production thermique et hydraulique de l'énergie électrique jusqu'au labourage, chauffage électriques, etc., une idée des principales applications si multiples et si variées de l'énergie sous la forme que lui a fournie la Fée moderne de l'électricité.

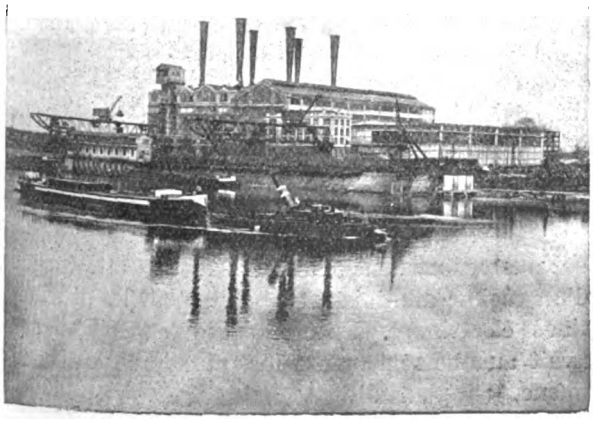


FIG. 260. — *Production de l'énergie électrique avec usine thermique.* — Union d'Electricité à Paris. Usine de Gennevilliers (Seine). Vue générale.

Historique succinct

Origine des distributions d'énergie électrique.

Ce n'est qu'avec l'invention de Gramme (1869) que prit naissance l'électricité industrielle et, dès qu'il fut possible de produire facilement le courant électrique, le problème de sa transmission se posa réellement et fut assez rapidement résolu. Sans en faire l'historique, bornons-nous à rappeler les étapes principales caractérisées, tout d'abord avec le courant continu, par la première transmission d'énergie électrique, faite en 1873 à l'exposition de Vienne par M. Hippolyte Fontaine et les célèbres expériences faites par M. Marcel Desprez en 1885 entre Vizille et Grenoble et en 1886 entre Creil et Paris la Chapelle, puis en 1891 avec le courant triphasé, entre Lauffen et Francfort, début alors modeste avec une transmission de 200 kilowatts sur 175 kilomètres de distance. Depuis, ces puissances et ces distances ont été largement dépassées avec l'emploi de plusieurs milliers de kilowatts sur des centaines de kilomètres.

Faible développement des distributions d'énergie électriques jusqu'en 1908.

Tout d'abord les distributions électriques ne furent établies que dans les grandes villes. Les secteurs parisiens ne prirent naissance qu'en 1889 ; la première station centrale à Paris, rue Drouot, date de 1887 et les premières en France de 1885. A New-York, la première station de distribution remontait seulement à l'année 1885. Toutes ces distributions à l'origine ne s'appliquaient presque exclusivement qu'à l'éclairage.

Il peut être intéressant de rappeler la situation des installations électriques de ces temps « héroïques ». En 1892, elle pouvait se résumer comme il suit :

Digitized by Google

Une distribution d'énergie électrique d'une réelle envergure s'était présentée à Lyon avec les forces motrices du Rhône à Jonage. Dans ce grand centre industriel, la distribution de la force motrice s'imposait. En outre, les travaux devaient s'exécuter sur le domaine public avec canal pour la navigation. Aussi l'Administration n'hésita-t-elle pas à recourir à une loi, celle du 9 juillet 1892 (*Journal officiel*, 10 juillet 1892).

Un tel régime ne pouvait guère favoriser le développement des distributions.

Point de vue technique.

Au point de vue technique, le Ministère des Travaux publics avait pris l'initiative d'établir un modèle d'arrêté préfectoral pour les permissions de voirie, afin d'apporter une certaine uniformité en la matière et sauvegarder la liberté et la sécurité de la circulation. Cet arrêté préfectoral du 15 septembre 1893 a été l'embryon de l'arrêté technique actuellement en vigueur qui est mis constamment à jour en fonction des progrès de l'industrie et des besoins du public; le dernier porte la date du 30 avril 1924.

Régime depuis la loi du 25 juin 1895 jusqu'à la loi du 15 juin 1906.

L'établissement de canalisations d'énergie électrique, c'est-à-dire la distribution de cette énergie, intéressait non seulement le public au point de vue de ses besoins à desservir, mais aussi certains services publics dont le fonctionnement risquait d'être compromis par des troubles qu'une mauvaise installation des distributions pouvaient produire. De ces services publics l'un des plus particulièrement intéressés était celui des Télégraphes et Téléphones. Aussi cette administration obtint le vote de la loi du 25 juin 1895 qui prescrivait certaines mesures pour assurer la sécurité des lignes télégraphiques et téléphoniques et instituait un Comité technique pour étudier et proposer toutes les mesures nécessaires à cet effet. Cette loi permit à ce service de vérifier les projets avant leur exécution et de s'opposer à tous les troubles qui pouvaient résulter de l'exploitation des canalisations électriques industrielles. L'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones organisa le contrôle qui lui était nécessaire au point de vue de son service. Mais aucune modification ne fut apportée au régime antérieur en ce qui concerne les concessions, les permissions de voirie, etc. Par suite l'établissement des distributions électriques fut maintenu dans le même état qu'auparavant, au préjudice du développement de ces distributions.

Situation actuelle

Régime institué par la loi du 15 juin 1906. — Différences caractéristiques entre ce régime et le régime antérieur.

Cette situation ne pouvait être modifiée que par un acte organique, donnant aux distributions

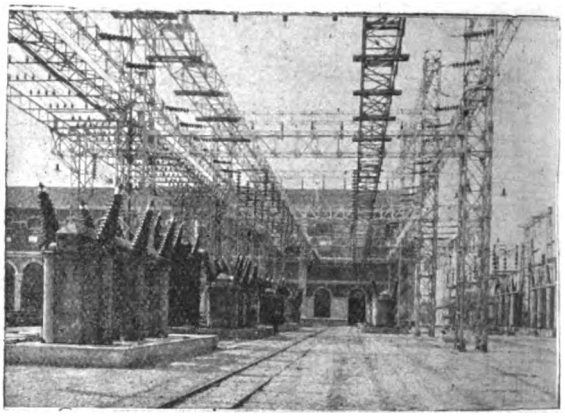


FIG. 266. — *Production de l'énergie électrique avec usine hydro-électrique.* — Société de la Basse-Isère. Usine de Beaumont-Monteux (Drôme), 40.000 KVA. Vue du poste de transformation de départ à 120.000 volts, 4 groupes de 10.000 KVA. Mise en service en juin 1922. Entreprise générale de la Société des Grands Travaux de Marseille. Matériel électrique de la Compagnie Française Thomson-Houston.

d'énergie électrique un véritable statut, et aux industriels distributeurs les facilités nécessaires pour l'établissement des canalisations, en leur imposant en même temps toutes les obligations

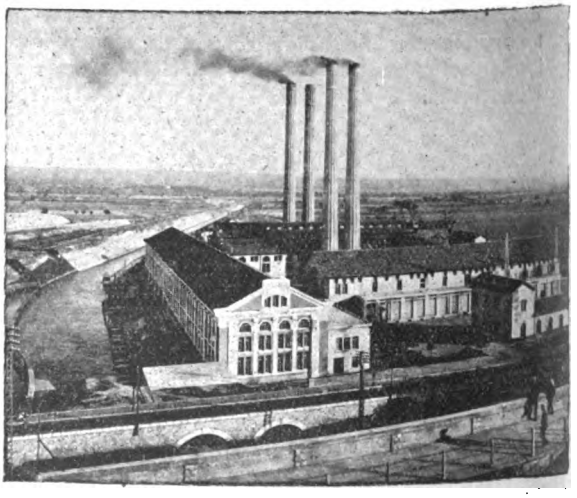


FIG. 267. — *Production de l'énergie électrique avec usine mixte.* — Société de l'Énergie Électrique du Littoral méditerranéen. Usine de Sainte-Tulle (Basses-Alpes). Vue d'ensemble de l'usine. Puissance hydraulique : 30.000 KVA. Puissance thermique : 60.000 KVA. Entreprise générale des Grands Travaux de Marseille.

Digitized by Google

été
ôle

ces
ur ;
ls,

voirie

tout ou
orme de per-
le Maire, suivant
mise rentre dans les
de l'autre. Ces permissions
aucune disposition relative aux
erciales de l'exploitation, ce qui
elles ne peuvent fixer aucun tarif
. Cette disposition, à la suite de certains
onné lieu à quelques réclamations et le
est occupé d'améliorer cette situation ;
ndrons plus loin.
s charges pécuniaires qui peuvent
s sont des avances, prévues pour
du domaine. Le législateur

Digitized by Google

Le nombre des installations électriques en 1892 en France et dans ses Colonies, à l'exception du département de la Seine, était égal à 264, réparties dans 70 départements de la France Métropolitaine,

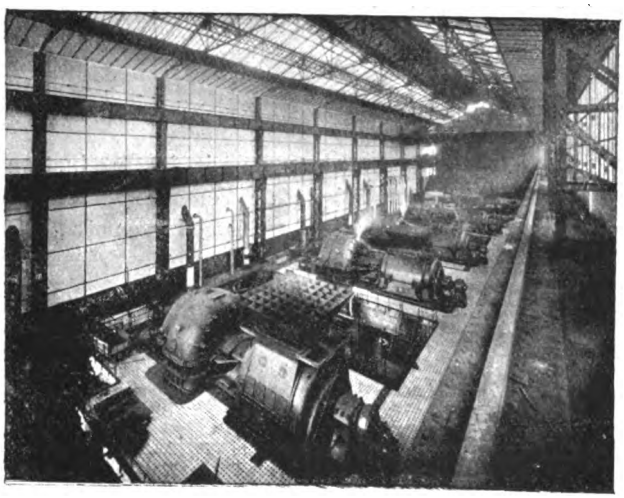


Fig. 261. — *Production de l'énergie électrique avec usine thermique.* — Union d'Electricité à Paris. Usine de Gennevilliers (Seine). Vue intérieure de la salle des machines : cinq groupes de turbo-alternateurs de 40.000 KVA. Puissance totale 200.000 KVA.

en Algérie (8) et au Sénégal (1). Nous devons citer particulièrement, parmi les départements possédant le plus grand nombre d'installations, ceux de l'Isère (14 installations), de la Savoie (10), de l'Ain (9), des Bouches-du-Rhône (8), de Meurthe-et-Moselle, des Basses-Pyrénées, du Var et de Vaucluse (chacun 7), enfin de l'Aude, de la Gironde et du Nord (chacun 6).

La puissance installée s'élevait à environ 19.000 kilowatts ; les départements où se trouvait la puissance électrique la plus importante étaient ceux de la Haute-Garonne (1.500 kilowatts), du Nord (1.200 kilowatts), de l'Ain (1.000 kilowatts), du Puy-de-Dôme (900 kilowatts), de la Haute-Vienne et de la Seine-Inférieure (chacun 700 kilowatts), de la Meurthe-et-Moselle (600 kilowatts), de l'Isère, de la Loire, du Pas-de-Calais et de la Haute-Savoie (chacun 500 kilowatts), enfin de l'Aude et de la Gironde (chacun 400 kilowatts). Il est entendu que les puissances indiquées ont été arrondies et ne sont qu'approximatives.

Ces installations s'appliquaient presque toutes à l'éclairage, il n'y avait de distribution de force motrice qu'à Oyonnax dans l'Ain (environ 400 kilowatts).

Ces renseignements sommaires suffisent pour indiquer combien était faible le développement des distributions qui n'existaient que soit dans des villes assez importantes, soit dans des localités particulièrement favorisées par une chute d'eau.

Cause de ce faible développement.

La principale cause de ce faible développement était due à l'absence d'un régime administratif précis. Une des conséquences de cette lacune était la rivalité entre les distributions de gaz et les nouvelles Sociétés d'énergie électrique. Ces dernières se heurtaient à l'opposition des premières, installées depuis longtemps avec un privilège pour l'éclairage (on disait alors « monopole »), et même certains gaziers réclamaient et réclament encore le privilège exclusif de la force motrice. Ces difficultés furent tranchées par le Conseil d'Etat qui, sur le vu des Cahiers des Charges, se prononça pour le respect des droits des gaziers. Depuis cette époque, ces derniers comprirent qu'ils devaient, pour satisfaire le public, se mettre à la hauteur du progrès en fournissant le courant électrique. Aujourd'hui cette rivalité a disparu heureusement et les localités privées

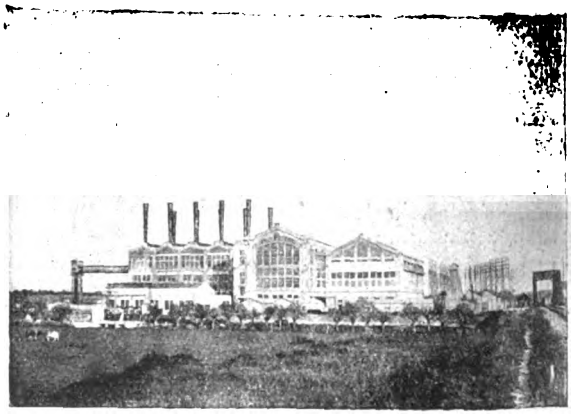


Fig. 262. — *Production de l'énergie électrique avec usine thermique.* — Energie Electrique du Nord de la France. Usine de Comines (Nord), 125.000 KVA. Vue générale prise de Belgique. Entreprise générale de la Société Générale d'Entreprises.

d'électricité, tout en ayant une distribution de gaz, sont devenues absolument exceptionnelles.

Régime antérieur à 1895.

Nous venons de signaler l'absence à cette époque d'un régime administratif précis pour les distributions électriques. En effet, jusqu'en 1895, il n'y avait aucune réglementation ni administrative, ni même, on peut dire, technique.

Point de vue administratif.

Au point de vue administratif, toute la doctrine

Digitized by Google

de l'Administration était contenue dans la circulaire commune des Ministres de l'Intérieur et des Travaux Publics en date du 15 août 1893 aux termes de laquelle :

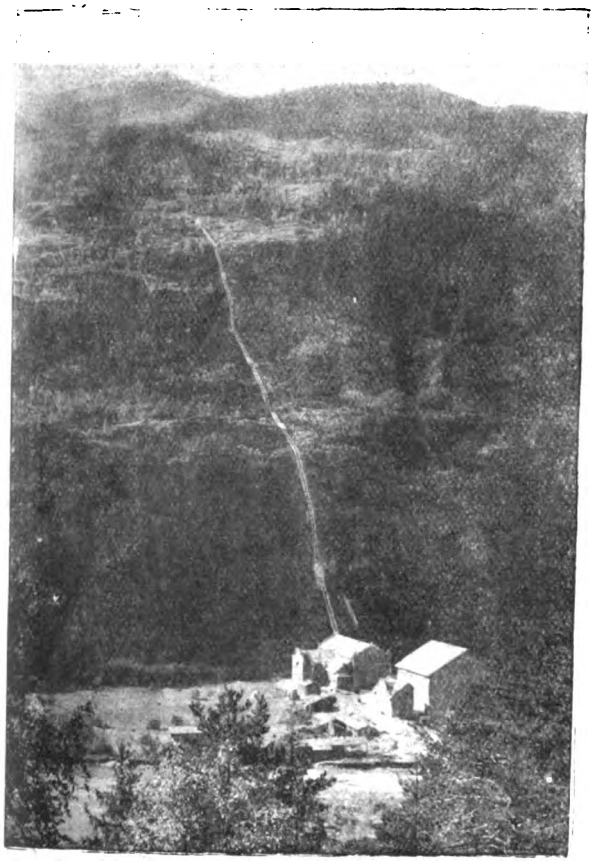


FIG. 263. — *Production de l'énergie électrique avec usine hydro-électrique.* — Société de la Haute-Isère. Usine de la Viclaire (Savoie), 19.000 KVA. Vue d'ensemble de l'usine, de la chambre d'eau et des conduites forcées. Entreprise Générale de la Société Générale d'Entreprises.

1° Le service de l'éclairage *public* devait être considéré comme relevant exclusivement des attributions municipales pour toutes les voies publiques de la commune, sans aucune distinction ;

2° Le service de l'éclairage *privé* était entièrement libre pourvu qu'il n'emprunte pas les voies publiques. Dans le cas où les canalisations devaient emprunter ces voies, le distributeur était assujetti à des autorisations suivant les indications qui suivent.

Dans le cas où la canalisation ne devait être établie que pour le propre usage du demandeur (traversée d'une voie publique, par exemple, qui coupe la propriété en deux), une permission de voirie précaire et révocable pouvait accorder l'autorisation, pourvu qu'il n'en résulte aucun inconvénient pour la circulation.

Mais, si les ouvrages établis sur la voie publique étaient destinés à un usage collectif pour faire commerce de leur exploitation, l'installation devait faire l'objet d'une demande en concession à obtenir du corps municipal. Malgré l'accord de la concession, l'industriel devait obtenir des permissions de voirie pour l'emprunt des voies publiques, ne relevant pas de la compétence du Maire.

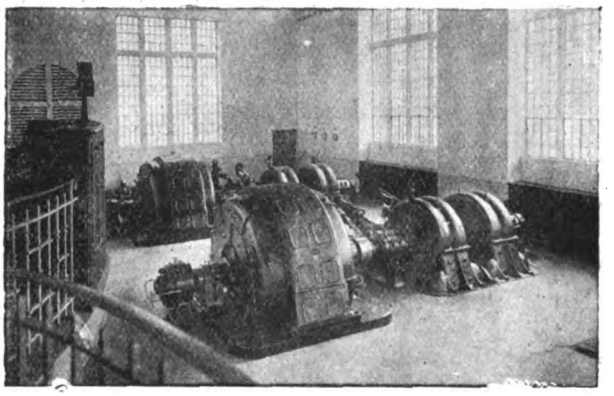


FIG. 264 — *Production de l'énergie électrique avec usine hydro-électrique.* — Société de la Haute-Isère. Usine de la Viclaire (Savoie), 19.000 KVA. Vue des alternateurs (9.500 KVA, 600 tours : m. — 16.500 volts aux bornes) et des turbines doubles Pelton. Construction de la Compagnie Électro-mécanique.

Cette circulaire ne visait que les distributions d'eau et de lumière ; elle ne faisait aucune allusion à la force motrice ; elle n'envisageait que la distribution dans une commune ; et, en effet, à cette époque il n'existait que des distributions locales isolées.

FIG. 265. — *Production de l'énergie électrique avec usine hydro-électrique.* — Société de la Basse-Isère. Usine de Beaumont-Monteux (Drôme), 40.000 KVA. Vue d'ensemble, façade aval. Entreprise Générale des Grands Travaux de Marseille.

Digitized by Google

Une distribution d'énergie électrique d'une réelle envergure s'était présentée à Lyon avec les forces motrices du Rhône à Jonage. Dans ce grand centre industriel, la distribution de la force motrice s'imposait. En outre, les travaux devaient s'exécuter sur le domaine public avec canal pour la navigation. Aussi l'Administration n'hésita-t-elle pas à recourir à une loi, celle du 9 juillet 1892 (*Journal officiel*, 10 juillet 1892).

Un tel régime ne pouvait guère favoriser le développement des distributions.

Point de vue technique.

Au point de vue technique, le Ministère des Travaux publics avait pris l'initiative d'établir un modèle d'arrêté préfectoral pour les permissions de voirie, afin d'apporter une certaine uniformité en la matière et sauvegarder la liberté et la sécurité de la circulation. Cet arrêté préfectoral du 15 septembre 1893 a été l'embryon de l'arrêté technique actuellement en vigueur qui est mis constamment à jour en fonction des progrès de l'industrie et des besoins du public; le dernier porte la date du 30 avril 1924.

Régime depuis la loi du 25 juin 1895 jusqu'à la loi du 15 juin 1906.

L'établissement de canalisations d'énergie électrique, c'est-à-dire la distribution de cette énergie, intéressait non seulement le public au point de vue de ses besoins à desservir, mais aussi certains services publics dont le fonctionnement risquait d'être compromis par des troubles qu'une mauvaise installation des distributions pouvaient produire. De ces services publics l'un des plus particulièrement intéressés était celui des Télégraphes et Téléphones. Aussi cette administration obtint le vote de la loi du 25 juin 1895 qui prescrivait certaines mesures pour assurer la sécurité des lignes télégraphiques et téléphoniques et instituait un Comité technique pour étudier et proposer toutes les mesures nécessaires à cet effet. Cette loi permit à ce service de vérifier les projets avant leur exécution et de s'opposer à tous les troubles qui pouvaient résulter de l'exploitation des canalisations électriques industrielles. L'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones organisa le contrôle qui lui était nécessaire au point de vue de son service. Mais aucune modification ne fut apportée au régime antérieur en ce qui concerne les concessions, les permissions de voirie, etc. Par suite l'établissement des distributions électriques fut maintenu dans le même état qu'auparavant, au préjudice du développement de ces distributions.

Situation actuelle

Régime institué par la loi du 15 juin 1906. — Différences caractéristiques entre ce régime et le régime antérieur.

Cette situation ne pouvait être modifiée que par un acte organique, donnant aux distributions

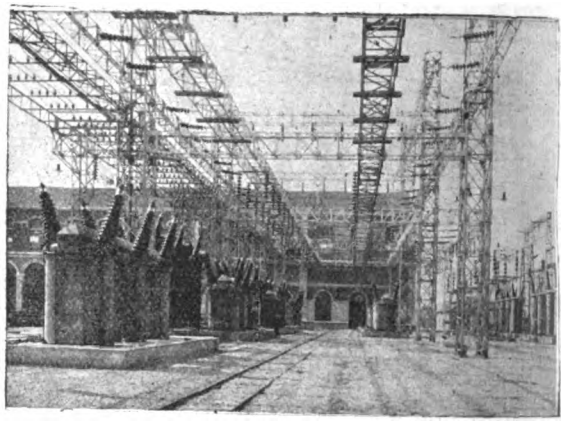


FIG. 266. — *Production de l'énergie électrique avec usine hydro-électrique.* — Société de la Basse-Isère. Usine de Beaumont-Monteux (Drôme), 40.000 KVA. Vue du poste de transformation de départ à 120.000 volts, 4 groupes de 10.000 KVA. Mise en service en juin 1922. Entreprise générale de la Société des Grands Travaux de Marseille. Matériel électrique de la Compagnie Française Thomson-Houston.

d'énergie électrique un véritable statut, et aux industriels distributeurs les facilités nécessaires pour l'établissement des canalisations, en leur imposant en même temps toutes les obligations

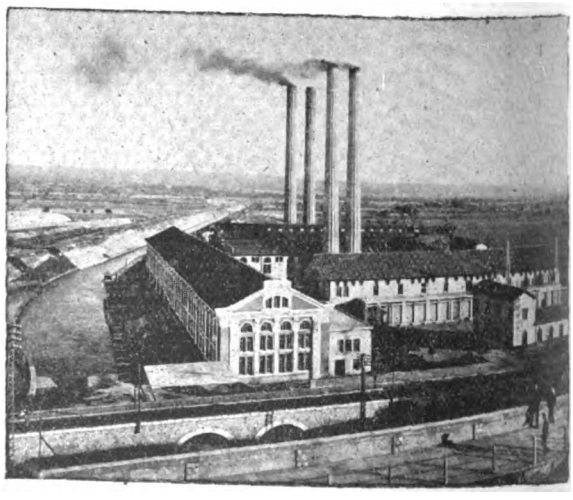


FIG. 267. — *Production de l'énergie électrique avec usine mixte.* — Société de l'Énergie Électrique du Littoral méditerranéen. Usine de Sainte-Tulle (Basses-Alpes). Vue d'ensemble de l'usine. Puissance hydraulique : 30.000 KVA. Puissance thermique : 60.000 KVA. Entreprise générale des Grands Travaux de Marseille.

Digitized by Google

utiles dans l'intérêt des consommateurs, notamment au point de vue des besoins à desservir et de la sauvegarde de la sécurité publique. Ce résultat a été obtenu par la promulgation de la loi du 15 juin 1906 et de ses règlements annexes.

Cette loi, tout en maintenant les autorisations par permissions de voirie, définit avec précision le régime des concessions avec une durée suffisante pour permettre l'amortissement des capitaux. Des concessions peuvent être accordées non plus seulement par les communes isolées, mais par les syndicats de communes et même par l'Etat. De cette façon les canalisations peuvent s'étendre, non seulement dans plusieurs communes, mais plusieurs départements.

Enfin il était nécessaire d'instituer et d'organiser un service de contrôle, ayant la charge de défendre tout à la fois les intérêts du public et des divers services publics intéressés et ceux des distributeurs ; ce résultat est obtenu par l'imposition de cahiers des charges et de règlements publics et par la surveillance de leur mise en application. Les canalisations empruntant au moins pour une grande partie les voies publiques, l'Administration des Travaux Publics, déjà chargée de la surveillance et de l'entretien de ces principales voies, a été désignée pour assurer la surveillance et le contrôle des distributions d'énergie électrique.

Telles sont les principales améliorations apportées par la loi du 15 juin 1906, sur le régime antérieur ; il est utile d'y ajouter quelques renseignements, aussi succincts que possible.

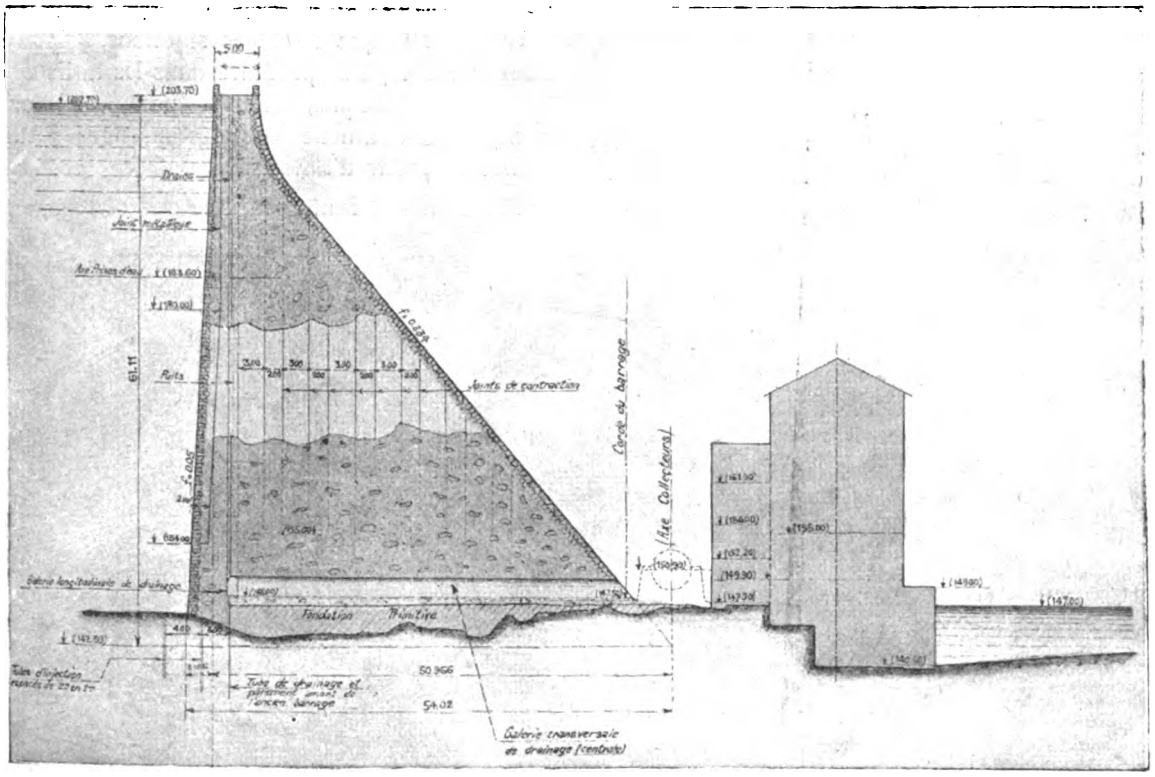


FIG. 268. — *Production de l'énergie électrique avec usine hydraulique.* — Société de l'Union hydroélectrique à Paris. Usine d'Eguzon-sur-la-Creuse. Coupe transversale du barrage en maçonnerie. 61 m. de hauteur, 54 m. à la base. Usine au pied du barrage.

Régime des autorisations par permission de voirie (article 5 de la loi du 15 juin 1906).

Les distributions peuvent être établies, en tout ou en partie, par autorisation donnée sous forme de permission de voirie par le Préfet ou le Maire, suivant que la voie publique empruntée rentre dans les attributions de l'un ou de l'autre. Ces permissions ne peuvent contenir aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation, ce qui veut dire qu'elles ne peuvent fixer aucun tarif maximum. Cette disposition, à la suite de certains abus, a donné lieu à quelques réclamations et le Parlement s'est occupé d'améliorer cette situation ; nous y reviendrons plus loin.

Les seules charges pécuniaires qui peuvent être imposées sont les redevances, prévues pour l'occupation du domaine public. Le législateur

Digitized by Google

a ainsi voulu s'opposer aux exigences abusives de certaines communes.

D'ailleurs les permissions de voirie ne peuvent faire obstacle à l'octroi sur les mêmes voies de permissions ou de concessions concurrentes. Le législateur a ainsi eu le très louable désir de s'opposer à tout privilège et de favoriser les concurrences. Comme nous le verrons plus loin, ce désideratum est très difficilement réalisable dans la pratique.

Inconvénients et avantages des permissions de voirie.

Le régime des permissions de voirie a été souvent critiqué, et cela parce que, contrairement à ce que l'on pourrait croire, ce régime assure presque la perpétuité d'une autorisation qui ne comporte, comme on l'a vu, aucune garantie pour le public, au point de vue des tarifs. En effet, a permission est bien accordée avec la réserve administrative en usage « à titre précaire et révocable », mais en fait elle ne peut disparaître qu'avec la voie publique même. Telle est la situation pratique qui résulte de la jurisprudence du Conseil d'Etat. L'Administration, pour un motif de sécurité publique ou d'intérêt de la voirie, peut bien exiger le déplacement de certaines parties des canalisations, et cela sans indemnité. Mais, si l'Administration exécute ou fait exécuter des travaux publics, de nouvelles voies de communication (routes, chemins de fer, lignes télégraphiques et téléphoniques ou distributions d'énergie électrique), le permissionnaire ne peut s'opposer à ces travaux; et les textes sont muets sur la question des indemnités. Il en est de même quand un riverain veut modifier l'entrée ou l'accès de sa propriété et que le permissionnaire est obligé de modifier à cet effet ses canalisations (articles 53 et 55 du règlement d'administration publique en date du 3 avril 1908).

On conçoit que de telles sujétions, jointes aux abus qui ont pu se produire dans les tarifs de certaines distributions, établies par permission de voirie, aient amené des réclamations justifiées contre ce mode d'autorisation.

Par contre il faut bien dire que ce régime pour les distributions dans les petites agglomérations offre bien des avantages par sa simplicité et la rapidité relative de l'instruction des demandes sur celui de la concession. Aussi la loi récente du 27 février 1916 (*Journal officiel* du 3 mars 1925) a-t-elle institué un nouveau régime de permission de voirie dans lequel la durée de la permission est limitée et où il y a un tarif maximum. Ce régime ne serait applicable qu'aux distributions ne dépassant pas la puissance de 100 kilowatts.

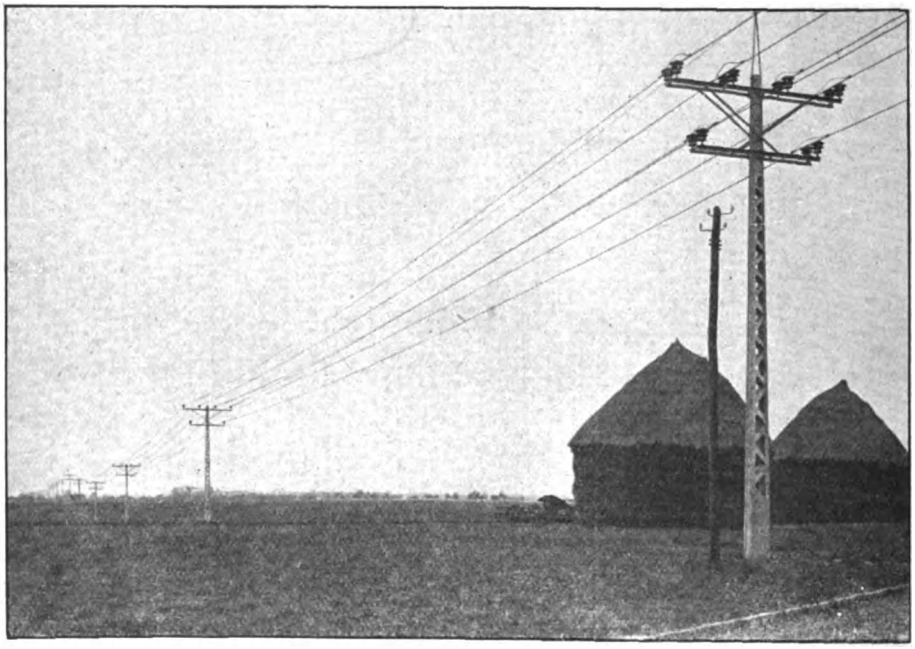


Fig. 269. — *Transport de l'énergie électrique.* — Société de l'Union d'Électricité à Paris. Ligne de Paris à Creil à 60.000 volts (sur poteaux en ciment armé). (Cliché de la *Revue Générale d'Electricité.*)

Régime de la concession.

Le véritable régime sous lequel doivent être

Digitized by Google

placées les distributions d'énergie électrique, dans l'intérêt du distributeur aussi bien que dans celui du public, est le régime de la concession avec cahier des charges, fixant la durée de l'exploitation et les tarifs maxima.

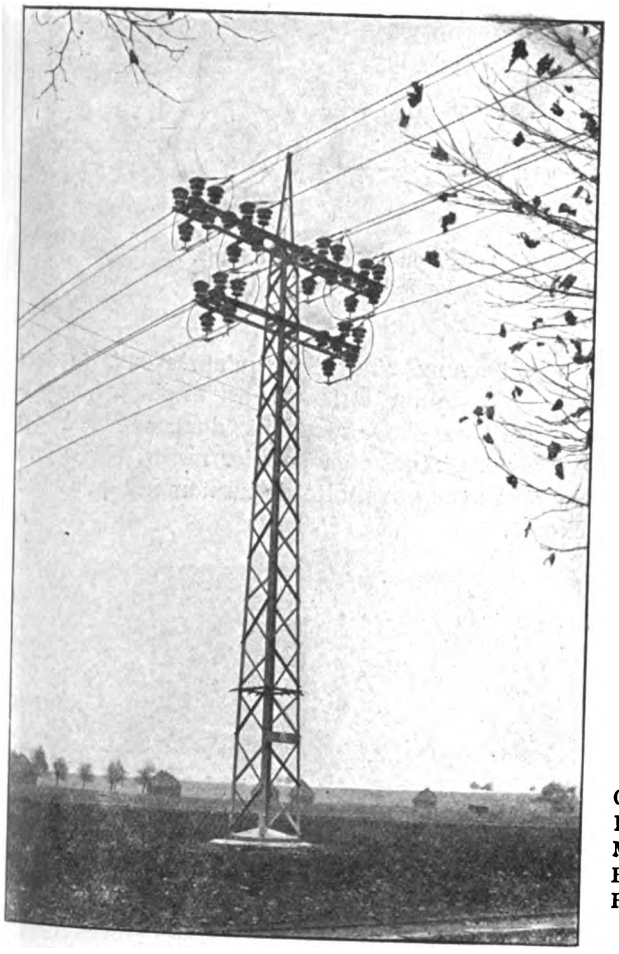


Fig. 270. — *Transport de l'énergie électrique.* Société de l'Union d'Électricité à Paris. Ligne de Paris à Creil à 60.000 v. Poste de sectionnement sur pylônes. (Cliché de la *Revue Générale d'Electricité.*)

La concession peut être accordée par une commune ou un syndicat de communes, si les canalisations ne doivent emprunter que le territoire de la commune ou du syndicat. Dans les autres cas l'Etat accorde la concession.

La demande de concession est soumise à une enquête et le public dispose de 15 jours pour présenter ses observations.

L'acte de concession est signé par le Maire ou le Président du syndicat, s'il s'agit d'une commune ou d'un syndicat de communes.

Si la concession est accordée par l'Etat, le Préfet signe l'acte de concession, si la distribution ne s'étend que dans un seul département; dans la négative, l'acte est signé par le Ministre des Travaux Publics, après avis du Ministre de l'Intérieur.

Le cahier des charges de la concession doit être conforme au type arrêté par décret délibéré en Conseil d'Etat (actuellement type du 28 juin 1921). En cas de modification ou de dérogation à ce type, le cahier des charges ne peut être approuvé

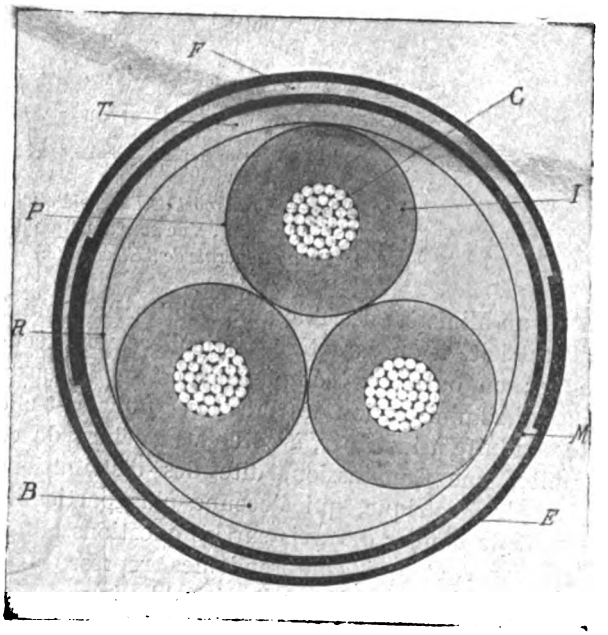


Fig. 271. — Câble tripolaire à surfaces équipotentielles. Tension de régime 60.000 volts.

C. Conducteurs de 150 $\frac{m}{m}^2$.
I. Isolant.
M. Matelas Protecteur.
E. Enveloppe asphaltée.
F. Feuillards d'acier.
T. Tube de plomb.
P. Métallisation. (papier aluminm)
R. Ruban métallisé.
B. Bourrage.

Transport de l'énergie électrique. — Société de l'Union d'Électricité à Paris. Câble souterrain à 60.000 v. Coupe. Fabrication de l'usine de Jeumont (Nord).

que par décret délibéré en Conseil d'Etat, sur proposition du Ministre des Travaux Publics, du Ministre de l'Agriculture, et de l'Administration des Postes et Télégraphes.

S'il y a désaccord entre les services ou communes intéressées, et, en pratique, s'il y a un désaccord quelconque qui surgit dans l'instruction de la demande en concession, le dossier doit être transmis au Ministre des Travaux Publics qui prend l'avis du Comité d'Electricité.

Comité d'Electricité.

Le Comité d'Electricité, institué par la loi du 15 juin 1906, comprend trente membres, dont quinze choisis parmi les représentants professionnels français des grandes industries électriques

Digitized by Google

et quinze représentants, à raison de trois par Ministère, des Travaux Publics, de l'Intérieur, des Postes et télégraphes, de la Guerre et de l'Agriculture.

Comme nous l'avons dit plus haut, toutes les difficultés techniques et administratives sont soumises au Ministère des Travaux Publics. Le Comité d'Electricité a un caractère particulièrement technique ; en outre, sa composition est nombreuse. Aussi l'Administration des Travaux Publics a-t-elle été conduite à instituer, à côté et en dehors de ce Comité, une Commission, dite des distributions d'énergie électrique, qui s'occupe plus particulièrement de donner des avis sur les questions administratives, et qui comprend des représentants des consommateurs. Il serait désirable de modifier la composition du Comité d'électricité en y faisant entrer ces derniers et en ayant une représentation des divers intérêts par tiers au lieu de la moitié comme dans la formule actuelle. La Commission des distributions pourrait ainsi être supprimée et le nouveau Comité partagé en deux sections, l'une technique, l'autre administrative.

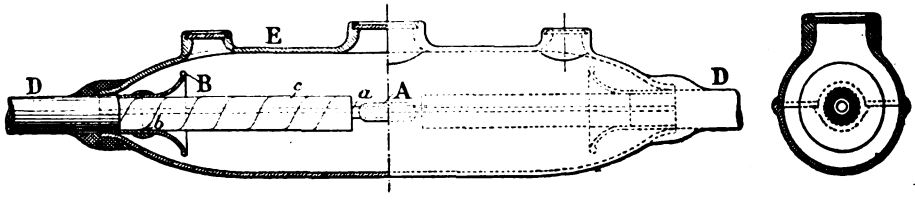


FIG. 272. — *Transport de l'énergie électrique.* Société de l'Union d'Électricité à Paris. Câble souterrain. Vue schématique d'une boîte de jonction à 60.000 volts. (Cliché de la *Revue Générale de l'Electricité.*)

Concessions simples et concessions déclarées d'utilité publique. — Etablissement de servitudes particulières aux distributions électriques.

Comme pour toute concession de travaux publics une concession de distribution d'énergie électrique peut jouir des avantages de la déclaration d'utilité publique pour investir le concessionnaire, en vue de l'exécution des travaux dépendant de la concession, de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'Administration en matière de travaux publics, et en particulier du droit d'expropriation. Mais la déclaration d'utilité publique, et c'est là une des particularités de la loi du 15 juin 1906, confère, en outre, au concessionnaire le droit :

1° d'établir les conducteurs aériens à demeure à l'extérieur des immeubles sous certaines réserves ;

2° de faire passer ces conducteurs au-dessus des propriétés privées ;

3° de faire passer les canalisations souterraines et d'établir les supports des conducteurs aériens dans les terrains privés non bâtis qui ne sont pas fermés de murs ou clôtures équivalentes ;

4° de couper les branches d'arbres qui, à proximité des conducteurs aériens pourraient occasionner des courts-circuits ou avaries aux ouvrages.

Ces travaux n'ont lieu qu'après enquête dans chaque commune, et les servitudes d'appui, de passage, d'ébranchage peuvent donner lieu à des indemnités, réglées en premier ressort par le juge de paix avec possibilité de ne nommer qu'un seul expert.

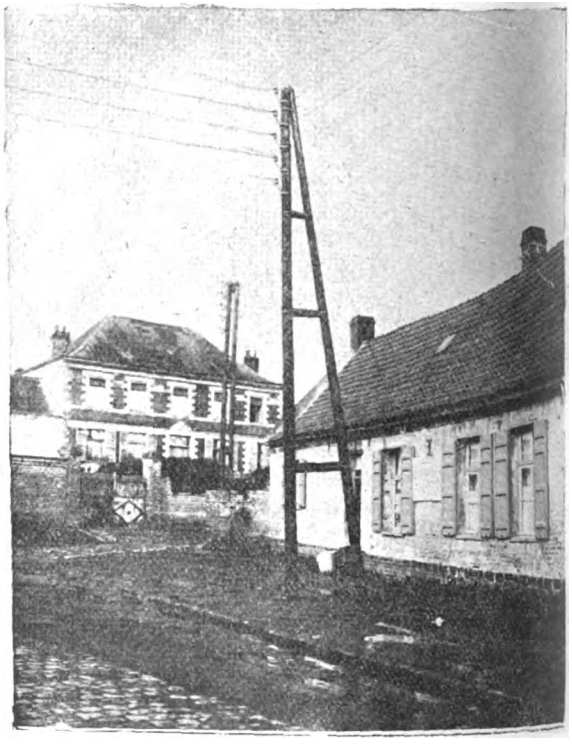


FIG. 273. — *Distribution de l'énergie électrique.* — Société d'électricité de la région Valenciennes-Anzin. Réseau basse tension de Monchaux (Nord). Poteaux contrefichés et branchement. Construction de la Compagnie Méridionale d'Éclairage et de Force.

La déclaration d'utilité publique est prononcée après enquête par décret délibéré en Conseil d'État, sur le rapport des Ministres des Travaux Publics

Digitized by Google

et de l'Intérieur, après avis de l'Administration des Postes, des Télégraphes et des Téléphones et du Ministre de l'Agriculture.

Cette procédure est la même, quelle que soit la concession, quelle que soit la distribution, soit communale, soit d'État, qu'il s'agisse d'une seule commune ou d'un grand nombre de départements intéressés. Il est désirable de simplifier ces formalités dans la mesure du possible notamment pour toutes les concessions, dont l'approbation dépend simplement du Préfet. Cette simplification a été mise à l'étude par l'Administration ; une modification dans ce sens de la loi de 1906 semble désirable.

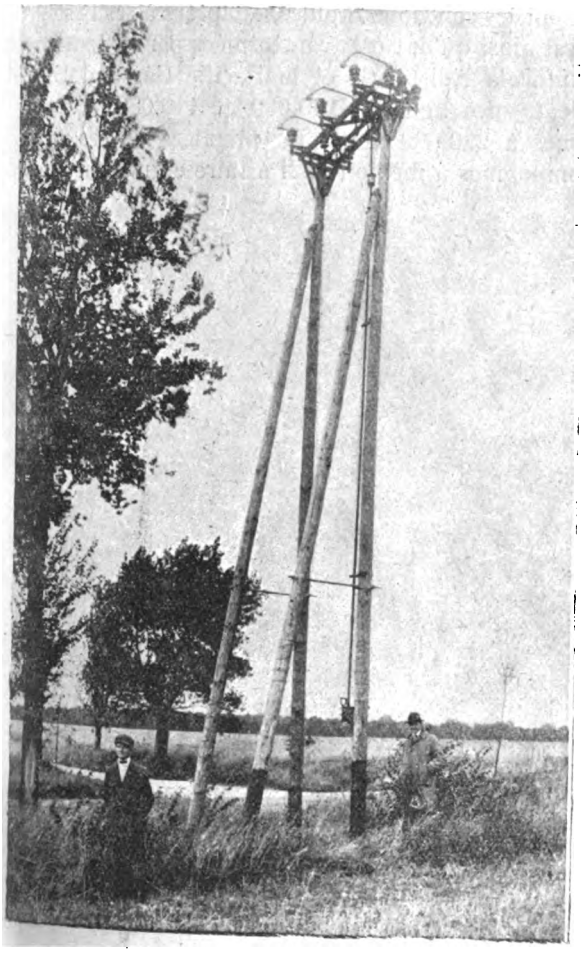


Fig. 274. — *Distribution de l'énergie électrique.* Société d'Intérêt Collectif Agricole de Montigny-sur-l'Hallu (Somme). Sectionneur tripolaire aérien à 15.000 volts. Entreprise Générale des Grands Travaux de Marseille.

Organisation générale technique des distributions

Lignes à haute, moyenne et basse tension.

Autrefois, les distributions d'énergie étaient presque exclusivement des entreprises locales autonomes. Cette situation était due à ce que ces distributions n'étaient installées qu'en raison de motifs particuliers locaux, population nombreuse, chutes d'eau, etc. La plupart de ces centrales étaient thermiques.

Dans ces installations, il était nécessaire d'avoir relativement un assez grand nombre d'unités de rechange pour constituer des réserves et assurer la régularité du service. Avec les progrès de la construction électrique et le développement des distributions, on a été conduit à établir des unités plus puissantes par raison d'économie. En outre, en raison du manque de charbon en France, l'industrie a été amenée à utiliser les chutes d'eau, placées assez souvent loin des centres de consommation. Dans ces conditions, la situation ancienne des usines isolées tend à disparaître et l'avenir semble bien consister dans l'organisation suivante : de grandes centrales avec unités puissantes et transmission du courant à haute tension à des postes de transformation d'où les lignes à basse tension desserviront les particuliers et les services publics.

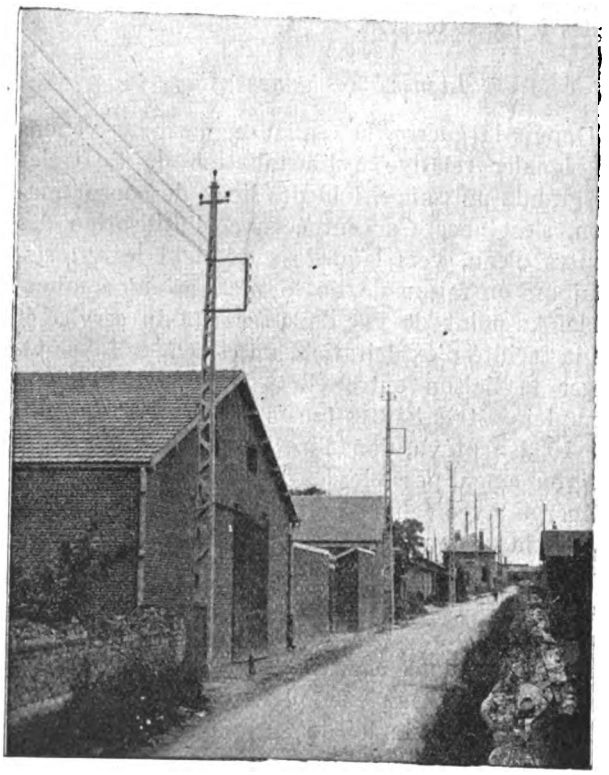


Fig. 275. — *Distribution de l'énergie électrique.* — Société d'Intérêt Collectif Agricole d'Électricité du secteur de Roisel (Somme). Ligne à 15.000 volts avec réseau à basse tension sur poteaux en ciment armé. Constructeur : Grands Travaux de Marseille.

La transmission à longue distance impose la haute tension et la pratique conduit à la généra-

Digitized by Google

lisation de l'emploi du courant alternatif. Afin de favoriser le développement des distributions et faciliter les échanges de courant, l'Administration des Travaux publics a prescrit en 1918 d'adopter comme fréquence celle de cinquante périodes par seconde.

Avec le développement des distributions et l'éloignement des Centrales des lieux de distribution, la pratique conduit même à installer des lignes à moyenne tension entre celles à haute tension et celles à basse tension.

Lignes à très haute tension

Depuis la guerre, la tendance que nous venons de signaler relative à l'installation de Centrales de grande puissance, loin des lieux de consommation, s'est encore accentuée avec l'utilisation des chutes d'eau, vers laquelle se tendent les efforts, toujours en raison de notre manque de combustible. Au point de vue de la sécurité du service et de la facilité d'exploitation, on est conduit à envisager la liaison entre elles de ces Centrales et l'emploi de très hautes tensions. La loi du 19 juillet 1922 a prévu, dans l'intérêt d'un bon service, le groupement possible des Centrales de production d'énergie avec échange de courant. L'État même, avant la promulgation de cette loi, avait déjà créé, dans les régions du Nord et de l'Est, un réseau à haute tension et, sous ses auspices, deux groupements ont été constitués en vue de son exploitation dans chacune des deux régions. En dehors de ces deux exemples, il n'y a pas encore d'application de la loi du 19 juillet 1922.

Tensions généralement employées

Les tensions le plus en usage sont :

Pour la basse tension, 100-220 volts et, 220-380 volts ; cette dernière spécialement pour les distributions rurales dont nous parlerons plus loin. Rappelons d'un mot que, dans l'emploi de courant alternatif triphasé d'un usage général, on peut considérer soit la tension entre phases, soit la tension entre les conducteurs et le point neutre (tension étoilée). La tension entre phases est égale à la tension étoilée, multipliée par le coefficient 1,732.

La moyenne tension s'étend depuis 1.000 volts jusqu'à 15.000 volts ; la haute tension jusqu'à 90.000 volts ; enfin, les très hautes tensions vont actuellement jusqu'à 220.000 volts. Cette dernière tension est pratiquée en Amérique. En France, des lignes à 120.000 volts sont en cours d'établissement et sur le point d'entrer en service (1).

La très haute tension a fait des progrès importants, tout particulièrement aux États-Unis d'Amérique, pays où, en raison de sa grande population, de son activité commerciale si supérieure à celle des autres peuples, les besoins se multiplient dans des proportions inconnues en Europe et où s'imposent les solutions rapides, adaptées à ses besoins. C'est ainsi qu'ont été transformées par la Southern California Edison C° et la Pacific Gas and Electric C° des lignes à 150.000 et 110.000 volts en lignes à 220.000 volts. La première de ces deux Compagnies a même réussi à faire en marche, sous

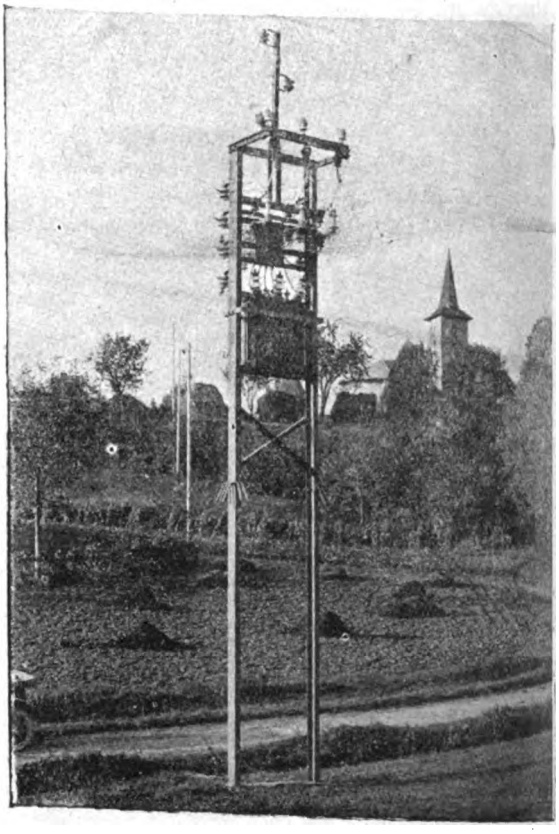


FIG. 276. — *Distribution de l'énergie électrique.* Société Rhône et Savoie à Albertville (Savoie). Poste de transformation sur poteaux. (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)

tension, sans coupure de courant, la transformation qui a nécessité l'augmentation de la hauteur des pylônes et du nombre des isolateurs suspendus. Cette Compagnie assure actuellement avec plein succès la transmission de 200.000 kw à 430 kilomètres de distance.

Le couplage des usines avec l'emploi du téléphone, d'un chef unique donnant les ordres à toutes

(1) Les lignes de la Société Rhône et Jura, alimentées par l'usine de Pougny-Chaney sur le Rhône et transportant le courant triphasé à 50 périodes, 120.000 volts, viennent d'être mises en service (mai 1925).

Digitized by Google

les usines, et du système des sélecteurs, se fait avec facilité et régularité.

L'appareillage électrique fait chaque jour des progrès et permet d'assurer un excellent service, même avec la très haute tension.

Développement actuel des distributions électriques.

Longueur des canalisations. — Puissance des usines. — Populations desservies.

L'Administration des Travaux Publics fait paraître à certains intervalles une statistique des distributions ; celle de 1924 est en cours d'établissement et on peut espérer qu'elle paraîtra en 1925. Sans attendre cette publication, on peut résumer succinctement comme il suit la situation actuelle des distributions d'énergie électrique en France.

La puissance totale des Centrales atteint presque six millions de kilowatts, dont environ le dixième d'origine hydraulique (1).

Au point de vue de la distribution, le nombre des agglomérations desservies atteint près de 12.000 pour une population d'au moins 26 millions d'habitants dans la France Métropolitaine.

Les départements qui offrent, y compris les trois départements recouvrés, le plus grand nombre d'agglomérations desservies, supérieures à 200, sont les suivants :

Meurthe-et-Moselle	441
Bas-Rhin	410
Meuse.....	342
Isère	290
Doubs	285
Jura	281
Seine-et-Oise	274
Nord	269
Aisne.....	266
Aude	262
Oise et Haute-Saône.....	249
Moselle.....	212
Pas-de-Calais	211

Au point de vue des canalisations, leur développement peut être estimé à environ 60.000 kilomètres, dont environ 9.000 avec tension supérieure à 45.000 volts.

Importance des capitaux engagés dans l'industrie de la distribution électrique.

On évalue à une somme voisine de 6 milliards l'importance des capitaux engagés dans l'industrie de la production et de la distribution électrique, et le personnel total employé par toute l'industrie électrique française peut être estimé à environ 100.000 personnes pour un capital total investi qui dépasse 6 milliards.

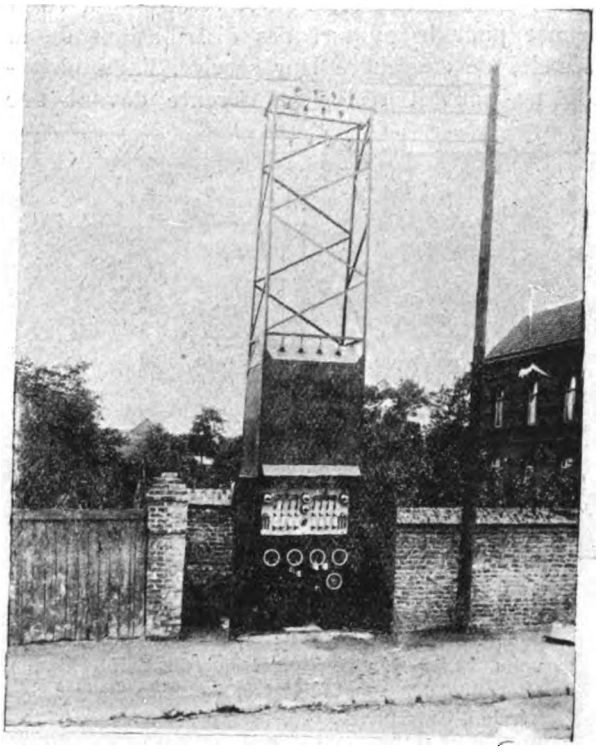


FIG. 277. — *Distribution de l'énergie électrique.* — Société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin. Poste de transformation en pylône. Constructeur : Compagnie Méridionale d'Éclairage et de Force.

Rémunération des capitaux dans l'industrie de la distribution. — Index économique électrique.

Quelle est la rémunération des capitaux employés dans l'industrie de la distribution électrique ? Diverses études ont été publiées à cet égard ; nous n'entrerons pas dans les détails et nous bornerons à faire connaître les deux points particuliers suivants.

Tout d'abord l'industrie de la distribution est une industrie en voie constante de développement, ce qui amène une heureuse augmentation de recettes ; mais il y a une contre-partie, à savoir que cette industrie exige une augmentation constante des capitaux. Rappelons, en outre, que l'expérience a démontré la nécessité d'une assez grande patience pour la rémunération de ces capitaux. Les grandes entreprises de distributions ont souvent dû attendre une dizaine d'années avant de pouvoir rémunérer le capital actions. C'est là, il faut bien le dire, une

(1) Il faut entendre par là les kilowatts installés ; le nombre de kilowatts utiles est d'environ 700.000 d'origine hydraulique et 2.600.000 d'origine thermique.

Digitized by Google

situation ingrate que les pouvoirs publics ne peuvent ignorer, étant donné le grand intérêt pour le public à voir se développer la distribution du courant électrique.

Aussi, quand, après la guerre, au moment où les prix du charbon ont augmenté de 2.600 % (nous disons bien : deux mille six cent pour cent), cette industrie a subi une crise grave et où l'on a vu la menace pour la plupart des distributions de la nécessité de suspendre leur service, l'administration ne pouvait rester indifférente devant une

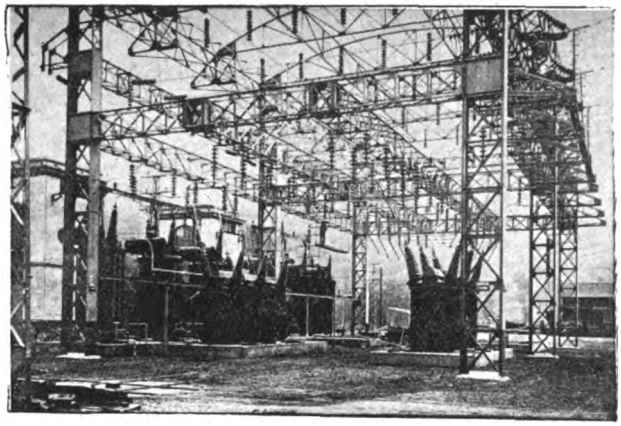


Fig. 278. — *Distribution de l'énergie électrique.* Société de la Basse-Isère. Ligne de la Basse-Isère à 120.000 volts. Poste de transformation de Saint-Étienne (120.000 /30.000 volts). Entreprise de la Société Générale d'Entreprises.

pareille situation. Chargée de l'établissement des cahiers des charges types, avec prix maxima, et du contrôle de ces prix, elle est alors intervenue pour autoriser le remplacement des anciens tarifs forfaitaires par de nouveaux tarifs qui sont fonction du prix des charbons et des salaires. Ce système n'était pas nouveau ; il recevait avant la guerre son application dans certains cahiers des charges et dans des contrats particuliers, surtout dans la région du Nord, le pays de l'industrie par excellence. Il a d'ailleurs été imité pour beaucoup d'autres cas, le gaz, en particulier, sans parler de l'index de la vie, qui, dans certaines villes, sert de base pour le prix de la main-d'œuvre. C'est ainsi qu'a pris naissance l'index économique électrique, publié chaque trimestre par le Ministre des Travaux Publics. Il fonctionne depuis cinq ans et, malgré les critiques dont il a pu être l'objet, surtout à son début, peut-être en partie en raison de son apparence de caractère trop scientifique, il a fait ses preuves et on peut dire qu'il a permis de maintenir dans une situation équitable l'industrie de la distribution ; il lui a assuré la vie et une certaine stabilité au profit de tous les consommateurs qui ont intérêt à voir se maintenir et même se développer les distributions. Pour cela, il faut assurer une rémunération équitable aux capitaux, afin de leur donner confiance dans l'avenir de cette industrie.

Coup d'œil sur l'avenir.

Que reste-t-il à faire ?

Est-il permis de jeter un coup d'œil sur l'avenir et de se demander ce qu'il peut réserver à cet industrie ? Tout d'abord, il est hors de doute que le courant électrique rend les plus grands services, non

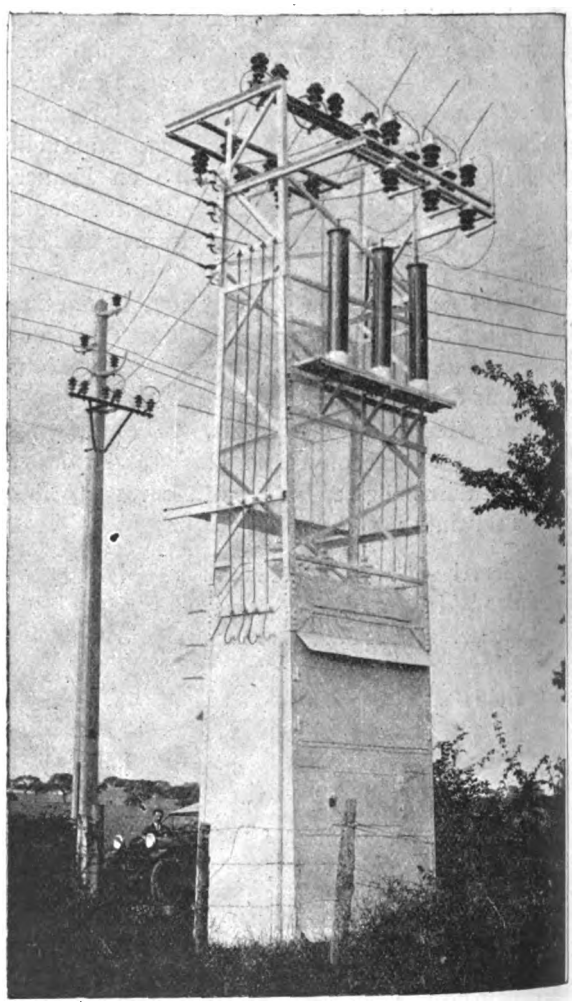


Fig. 279. — *Distribution de l'énergie électrique.* — Poste de transformation. Électrification rurale (Clichés des Établissements Merlin et Gérin à Grenoble.)

seulement pour la commodité de l'hygiène, de l'éclairage, mais surtout pour la force motrice. L'expérience démontre que les usines qui ont commencé à recourir au moteur électrique en développent de plus en plus l'application. Dans notre pays, les installations rurales n'en sont encore qu'à leur début et, sans envisager encore les grandes appli-

Digitized by Google

cations du labourage électrique et de l'électroculture, on peut dire que, pour l'éclairage et la petite force motrice, l'industrie électrique a résolu tous les problèmes et que les cultivateurs trouvent de réels avantages dans l'emploi du courant électrique. Il convient de rappeler aussi le bien-être que l'éclairage et la force motrice électriques apportent aux campagnes, aidant ainsi à s'opposer à l'exode vers les villes.

L'exemple d'autres pays, à commencer par l'Amérique, démontre qu'en France pour les distributions électriques, comme malheureusement pour d'autres applications de la science, nous ne tenons pas la tête. Par suite, il est rationnel de prévoir encore dans l'avenir un développement des distributions et il faut le souhaiter pour l'intérêt général. Mais la situation économique est difficile ; les travaux coûtent cher ; la dépense à faire n'est-elle pas un obstacle insurmontable ?

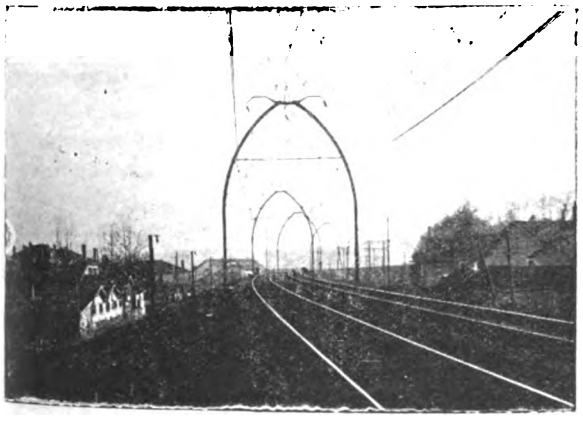


FIG. 280. — *Traction électrique.* — Réseau de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. Traction à courant continu 1.500 volts. Ligne caténaire et appareillage de la voie.

Et tout d'abord quelle est cette dépense ? L'Administration des Travaux publics, en 1920, s'est occupée particulièrement de cette question et a estimé que pour une période, s'étendant sur une vingtaine d'années, on pouvait prévoir une dépense d'environ 15 milliards, tant pour les usines de production que pour la distribution (1).

L'Administration de l'Agriculture, dans une étude pour l'électrification des campagnes, avait estimé la dépense à près de deux milliards, sans compter les installations nécessaires pour la production.

En se reportant aux indications que nous avons données plus haut, on voit que la dépense faite par habitant desservi ressort à environ 230 francs. La population restant à desservir s'élevant à environ 14 millions d'habitants, la dépense à faire monterait à environ 3 milliards avec la monnaie d'avant-guerre. En tenant compte des conséquences économiques de la guerre et de ce fait que les installations restant à faire seront, toutes choses égales d'ailleurs, plus coûteuses que les premières, on peut évaluer à environ 12 milliards la dépense restant à faire pour la production et la distribution de l'énergie électrique, non compris l'électrification des chemins de fer.

Cette dépense est évidemment importante, surtout dans l'état actuel économique. Mais il faut remarquer qu'elle doit être répartie sur un certain nombre d'années, de 15 à 20. Il y a donc lieu d'examiner ce qu'il convient de faire et la marche à suivre pour la réalisation du programme qui sera établi.

Programme à établir. — Sa réalisation. — Accord et union de l'industrie privée avec les diverses collectivités et les consommateurs.

Comme l'a indiqué, dans la notice précitée, l'Administration de l'Agriculture, l'initiative du programme à établir doit surtout venir aujourd'hui

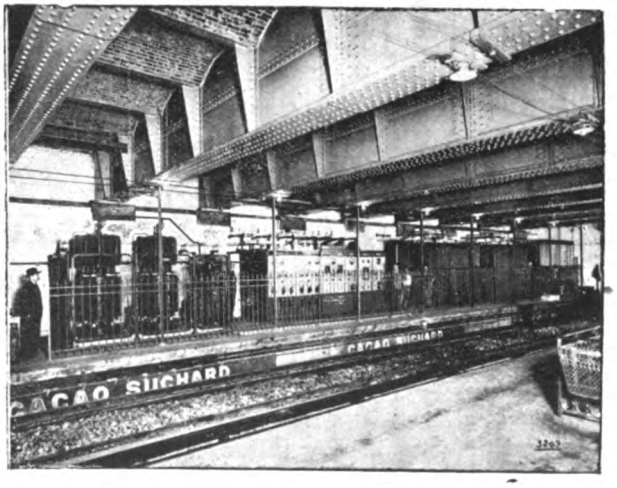


FIG. 281. — *Traction électrique.* — Compagnie du Chemin de fer Métropolitain à Paris. Traction à courant continu 600 volts. Station de la Nation. Redresseurs à vapeur de mercure. 1.100 kw à 600 volts. (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)

des populations intéressées elles-mêmes. Il faut satisfaire aux besoins qui se présentent au fur et à mesure de leur manifestation. Étant donné le coût élevé des travaux dans la période difficile que la France traverse, il ne serait pas sage de faire des dépenses, sans être certain qu'elles seront productives à échéance raisonnable, parce qu'elles donneront satisfaction à des besoins existants. D'un

(1) Non compris l'électrification des chemins de fer qui a été l'objet d'une étude spéciale et qui a été évaluée à environ 5 milliards.

Digitized by Google

autre côté, les agglomérations ne peuvent agir isolément. Aujourd'hui, il serait anti-économique, comme nous l'avons vu, d'envisager comme à l'origine, de petites installations isolées et autonomes ; il est nécessaire de recourir aux grands réseaux de transport et de distribution, tant au

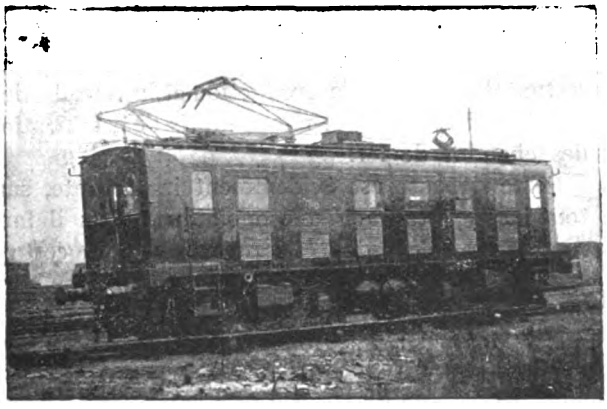


FIG. 282. — *Traction électrique.* — **Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans. Locomotive courant continu 1.500 volts à deux bogies, 1.200 chevaux pour trains de voyageurs de 500 tonnes à la vitesse nominale de 65 km. 1 /2 ou trains de marchandises de 1.080 tonnes. (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)**

point de vue de l'économie de premier établissement qu'à celui de la sécurité d'exploitation. Dans ces conditions, il est logique que l'initiative des installations à réaliser vienne des collectivités intéressées qui auront à apprécier les besoins du public et à examiner les moyens de réalisation.

A ce dernier point de vue, la question financière se pose et, comme nous l'avons dit, la solution en est difficile. Autrefois, c'était l'initiative et les capitaux privés qui réalisaient les usines de production et les réseaux de distribution avec leurs seules ressources. Aujourd'hui, il ne peut en être de même. Aussi les nouveaux cahiers des charges, type de 1921, ont-ils prévu le cas où l'établissement des réseaux est fait soit entièrement, soit partiellement par les soins des communes. Pour les lignes d'alimentation de ces réseaux (moyenne et haute tension) comme pour les réseaux même à basse tension, à la condition de desservir des besoins agricoles, l'État peut intervenir (Ministère de l'Agriculture) en consentant des prêts aux collectivités et organismes intéressés à des taux très réduits, tels qu'ils résultent de la loi du 2 août 1923. A cet effet, l'État met des avances à la disposition de l'Office national du Crédit agricole et ce dernier accorde les prêts dans les conditions fixées par la loi ci-dessus et le règlement d'administration publique du 13 décembre 1923,

Le programme des travaux résultera donc des besoins locaux, ainsi que des facilités de production et de distribution d'énergie électrique. A ce dernier point de vue, il est évident qu'il faut avant tout utiliser les installations existantes (centrales et lignes) de façon à en obtenir le rendement maximum et ce n'est qu'au fur et à mesure de la certitude de nouveaux besoins qu'on doit envisager des installations nouvelles.

Pour ces installations, il reste à considérer la question financière qui est de premier ordre et qui, dans les circonstances actuelles, offre des difficultés bien supérieures aux difficultés techniques et administratives. L'Administration de l'Agriculture estime que la somme de 600 millions, prévue comme avance par la loi du 2 août 1923, correspond approximativement à une dépense totale d'environ 1 milliard et demi. Cette somme représenterait à peu près le huitième de la somme totale à envisager dans un programme général d'électrification des communes. Cette fraction est relativement faible et cependant une dépense de 1 milliard et demi par le temps actuel est importante ; une telle somme est difficile à trouver.

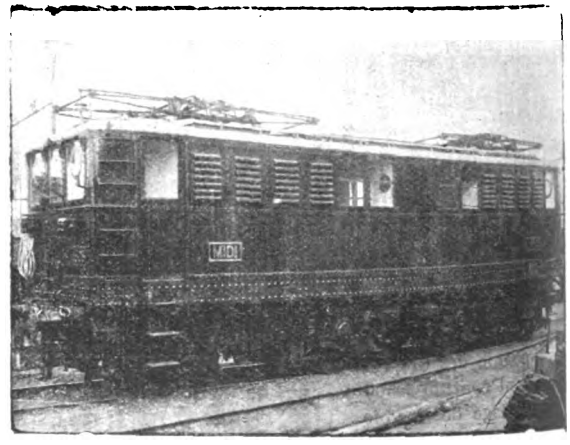


FIG. 283. — *Traction électrique.* — **Compagnie des Chemins de fer du Midi. Locomotive à courant continu : 1.500 volts. Puissance continue : 1.000 chevaux. Puissance horaire : 1.400 chevaux. Moteurs alimentés directement sous 1.500 v. Vitesse maximum : locomotives à voyageurs : 90 km : h. ; locomotives à marchandises : 60 km : h (machines identiques sauf le rapport des engrenages). Poids total : 72 tonnes. Diamètre des roues motrices 1,40 m : 4 moteurs avec suspension par le nez, attaquant chacun l'essieu correspondant par deux engrenages, un de chaque côté de la machine, placés sur les centres des roues. Constructeur : Constructions électriques de France. (Cliché de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.)**

Où peut-on la trouver ? Tout d'abord pour une partie, 600 millions, à titre d'avance de l'État, une autre fraction à titre de subvention à provenir

Digitized by Google

des départements et communes, fraction qu'on peut estimer au tiers des 900 millions restants, soit 300 millions. Il restera encore environ 600 millions à trouver pour cette tranche de travaux qu'on doit considérer comme la première seulement de l'ensemble à prévoir. Il est évident que ces 600 millions ne pourront être trouvés que dans le public, c'est-à-dire parmi les consommateurs, c'est-à-dire les clients mêmes des distributions.

Nous arrivons ainsi à cette conclusion que les entreprises de distribution pour se développer doivent s'adresser à leurs propres clients et que par suite le public même, les clients actuels et futurs, ont intérêt à voir les entreprises assez prospères pour obtenir, en vue du placement des capitaux, la confiance du public. Ce sont les clients mêmes des distributeurs qui doivent être les actionnaires et les obligataires des Sociétés, et ces clients doivent payer l'énergie consommée à un prix suffisamment élevé pour qu'il soit rémunérateur des capitaux employés. Le public paye, d'un côté, ses dépenses de courant et, de l'autre, il encaisse le revenu du capital, placé dans l'entreprise. Nous pouvons donc conclure que le développement des distributions est nécessairement subordonné à l'union de l'industrie privée, des collectivités et des consommateurs mêmes.

A cet égard, indiquons immédiatement que depuis la guerre les tarifs ont été relevés. Les renseignements sommaires que nous avons donnés plus haut sur l'index économique suffisent à justifier cette mesure, rendue nécessaire par l'augmentation absolument anormale et imprévisible, survenue dans les prix du charbon. Ce relèvement de tarifs est devenu général à la suite d'un arrêt du Conseil d'État en date du 30 mars 1916, dit du Gaz de Bordeaux, suivi d'ailleurs de plusieurs autres. Cet arrêt a reconnu que la situation économique, faite par la guerre aux entreprises de distribution, constituait, en raison de la perturbation apportée dans le prix de toutes choses et notamment du charbon, par suite dans le prix de revient, constituait un cas d'imprévision, par rapport à la situation qui avait pu être envisagée au moment de l'élaboration des cahiers des charges. Dans la plupart des cas, le relèvement de tarifs a eu lieu à l'amiable ; par rapport aux prix en francs-or d'avant-guerre, ce relèvement est assez faible et ne correspond pas à l'indice général. On conçoit, en effet, qu'il y a un véritable intérêt public à ce que le prix du courant électrique ne soit pas trop élevé ; les distributeurs mêmes y ont intérêt pour le développement de leur industrie. Toutefois, pour les motifs que nous avons indiqués plus haut, dans l'intérêt même de la collectivité, il faut que les tarifs soient rémunérateurs des capitaux ; cette condition est essentielle pour le développement même des distributions. A ce point de vue, nous estimons que, si les tarifs de force motrice sont, en général, acceptables, ceux pour l'éclairage ne sont pas suffisamment élevés. Le relèvement varie de 50 à 100 % par rapport aux tarifs d'avant-guerre ; eu égard aux sujétions de ce service et de sa pointe en particulier, eu égard aussi à la faible dépense qu'entraîne l'éclairage électrique avec les lampes à faible consommation, ce relèvement est insuffisant. Il serait désirable de voir l'attention des communes se porter sur cette question ; ce serait un moyen de faciliter la recherche des capitaux nécessaires à la réalisation du problème de l'électrification de la France.

A cet égard il convient de faire une remarque.

En raison de notre situation monétaire et de la valeur actuelle de notre franc comparée à celle

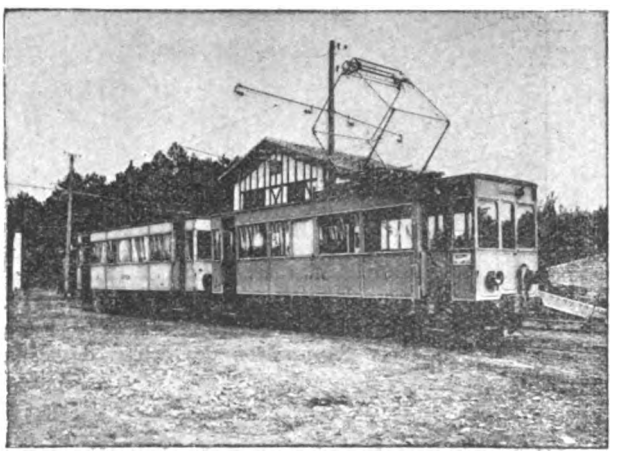


FIG. 284. — *Traction électrique.* — Compagnie des voies ferrées départementales du Midi. Ligne de Bayonne à Biarritz. Automotrice à 2 essieux 600 /1.350 volts équipée avec deux moteurs de 67 chevaux chacun. (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)

d'avant-guerre, c'est-à-dire du franc-or, le taux d'intérêt est très élevé ; mais il y a plus, le public se détourne des valeurs à revenus fixes, ce qui rend actuellement pour l'industrie la recherche des capitaux très difficile. Au point de vue des recettes des distributions, les entreprises ont une certaine stabilité, grâce à l'index économique qui est fonction du prix du charbon et suit ainsi les variations du franc, au moins dans une certaine mesure. Mais actuellement, en ce qui concerne les capitaux à réaliser, rien d'analogue n'existe. On peut se demander s'il n'y aurait pas lieu de chercher une formule s'inspirant de l'index économique électrique de façon à rapporter la valeur de ces capitaux à une valeur fixe et lui assurer ainsi une certaine stabilité. Certains économistes, dans cet ordre d'idée,

Digitized by Google

ont indiqué le franc or ; la convention postale de Madrid de 1920 l'a adopté. Quel que soit le système, il est certain que, pour l'industrie et en particulier l'industrie électrique, il est nécessaire de chercher une solution à ce problème d'une importance capitale : assurer aux capitaux empruntés et à leur revenu pour les prêteurs et les débiteurs une valeur nettement définie et rapportée à une mesure stable.

FIG. 285. — *Applications industrielles de l'énergie électrique.* — Atelier avec machines-outils, munies de moteurs individuels. Suppression des arbres de transmission. (Cliché de la *Revue Générale d'Electricité.*)

Utilisation des forces hydrauliques en France

Loi du 16 *octobre* 1919.
Elévation des prix de premier établissement.

Dans les chiffres que nous avons donnés plus haut, la puissance actuelle des Centrales hydro-électriques en France entre pour un million de kilowatts environ. Les usines de cette nature, en construction, correspondent à une puissance d'environ 400.000 kw. et celles en projet 3.500.000. L'aménagement du Rhône doit fournir 700.000 kw et celui du Rhin 500.000. Au total on estime que la puissance aménagée et aménageable de nos cours d'eau s'élève à environ sept millions de kw. En n'envisageant que les usines en projet, 3.500.000 kw et en admettant une utilisation d'environ 6.000 heures, on trouve, sur la base d'environ un kw-h produit par kilogramme de charbon, que l'utilisation de ces 3.500.000 kw permettront d'économiser environ 20 millions de tonnes de charbon, soit à raison de 100 francs la tonne, environ 2 milliards de francs par an. Une telle opération paraît très logique et nécessaire pour notre pays, déficitaire en combustible. Malheureusement en raison des circonstances économiques, elle est devenue bien difficile. En effet, avant la guerre, on estimait de 800 à 1.000 francs le prix de revient du kilowatt aménagé. Aujourd'hui ce prix est passé à 3.000 francs et même plus. Les dépenses d'aménagement sont ainsi devenues très importantes et font reculer l'initiative privée. Cependant la charge du capital à raison de 15 % avec une utilisation de 6.000 heures par an, soit 66 % du temps total, correspond à une charge par kilowatt-heure de 0 fr. 075. Ce prix est élevé, cependant, eu égard à la dépréciation de la monnaie, encore admissible. Mais l'aménagement d'une chute nécessite des capitaux importants ; le loyer de l'argent est très onéreux aujourd'hui ; ces entreprises exigent le plus souvent des délais assez longs pour le placement de l'énergie et le plein rapport des installations ; ces difficultés ne sont pas faites, comme nous l'avons dit plus haut, pour encourager l'initiative privée. Et cependant, un kilowatt aménagé fait économiser annuellement à la collecti-

Digitized by Google

vité 6 tonnes de charbon, soit 600 francs par an (1). La collectivité a donc intérêt à voir se développer les aménagements de chutes, malgré les difficultés des circonstances actuelles. La loi du 16 octobre 1919, obtenue après des études et des discussions engagées depuis plus de trente ans, a enfin donné un statut aux entreprises de chutes d'eau et elle a prévu qu'une contribution de l'État pouvait être allouée sous forme d'avance ou de subvention aux concessionnaires d'entreprises dont l'objet principal est la fourniture de l'énergie à des services publics ou intéressant la défense nationale, ainsi qu'à ceux qui prennent en charge des travaux d'aménagement, susceptibles d'améliorer de façon notable les conditions d'utilisation agricole des cours d'eau ou de régulariser ce régime. Cette disposition permet à l'État d'intervenir et d'aider aux aménagements. Mais l'état actuel du budget ne permet guère de compter sur des versements en espèces immédiats de la part de l'État, et cette disposition risque de rester à l'état de lettre morte. On peut se demander s'il ne conviendrait pas, pour mettre en application l'article 7 de la loi qui est ici en jeu, de recourir à un système analogue à celui qui est en vigueur pour les Compagnies de chemins de fer, et dont une

(1) Cette économie suppose, comme il a été dit plus haut, une utilisation annuelle de 6.000 heures ; c'est le nombre qui a été admis par le Ministre de l'Agriculture dans ses études. Il peut paraître un peu élevé et il convient plutôt d'envisager une utilisation moyenne de 3.000 heures seulement qui donne encore une économie intéressante de 300 francs de charbon par kilowatt installé, le charbon étant compté à 100 francs la tonne.

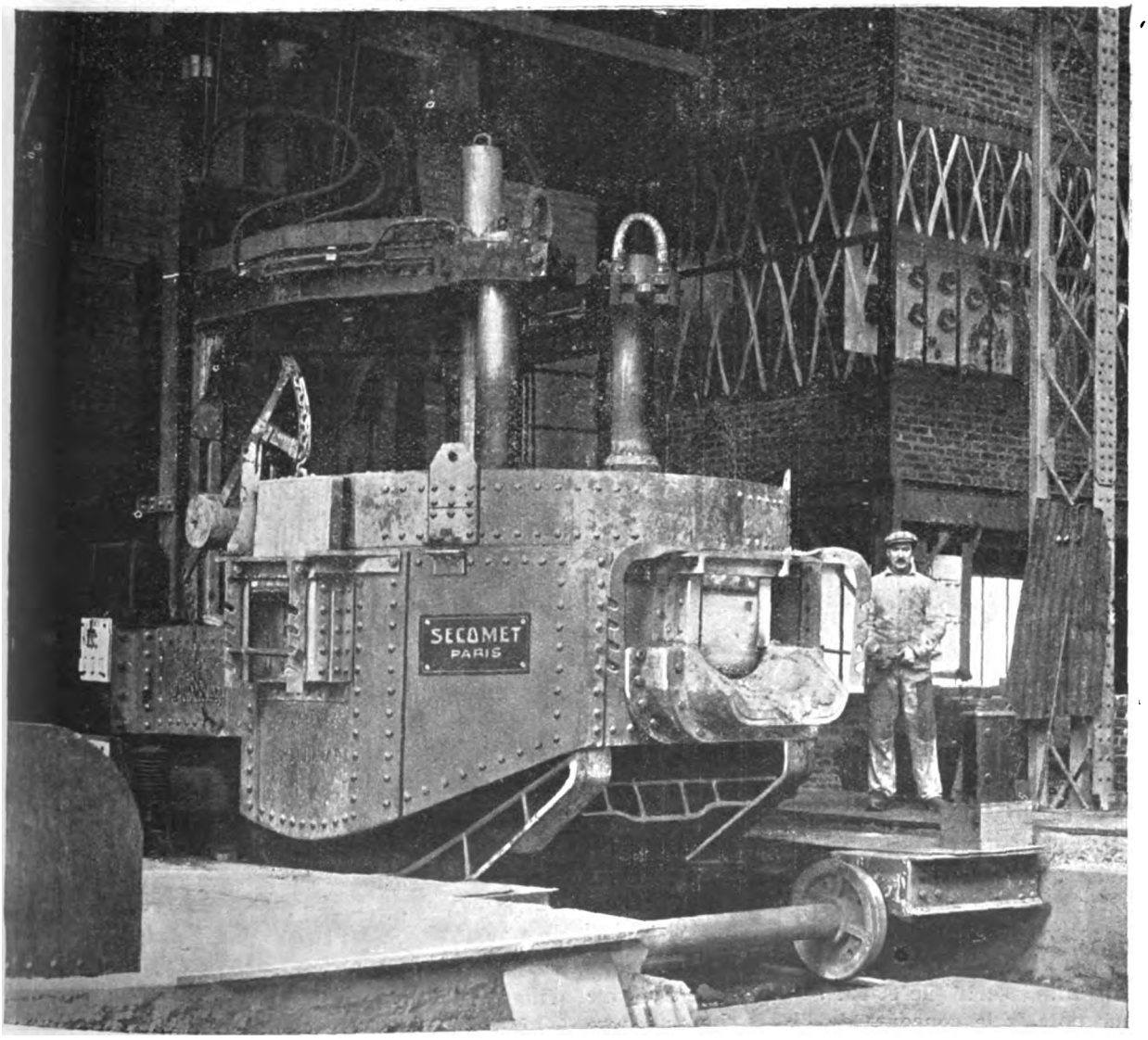


Fig. 286. — *Applications industrielles de l'énergie électrique.* — Société d'Études et de Constructions métallurgiques à Paris. Four électrique de 3 tonnes et demie sur charriot. (Cliché de la Société.)

Digitized by Google

longue expérience a démontré l'efficacité. Au lieu de demander à l'État de faire des versements, il consiste, une fois le montant de la subvention fixée, à charger les entreprises à en faire les avances, l'État intervenant avec sa garantie d'intérêts. L'État pourrait rembourser ces avances et leurs intérêts au moyen d'annuités, réparties sur toute la durée de la concession qui peut atteindre soixante-quinze ans. Quelle que soit la méthode à envisager, il est permis d'affirmer que, dans l'intérêt général de la collectivité, il y a lieu d'obtenir le concours des collectivités elles-mêmes, c'est-à-dire de l'État, des départements et des communes, pour réaliser, au profit de l'économie de combustible et de l'indépendance de la France, l'aménagement de ses chutes hydrauliques dans toute la mesure possible, au fur et à mesure de la démonstration certaine des besoins à desservir.

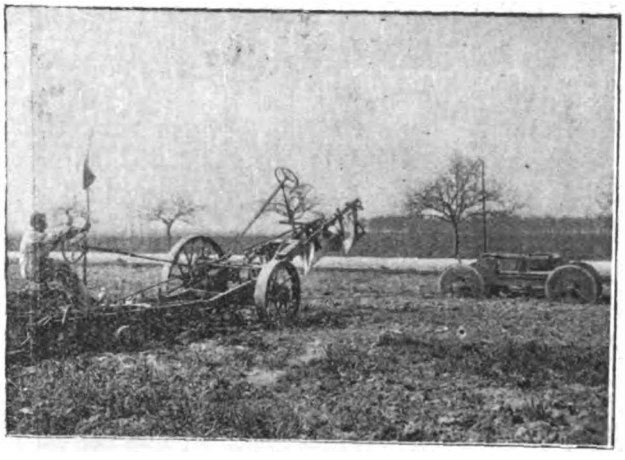


FIG. 287. — *Applications rurales de l'énergie électrique.* — Compagnie d'Entreprise électro-mécanique en Eure-et-Loir. Chantier de labourage. Vue de la charrue arrivant à la fin de la raie et charriot d'ancrage à avancement automatique. (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)

Electrification des campagnes

Comme nous l'avons indiqué plus haut, l'Administration de l'Agriculture porte tous ses efforts sur l'électrification des campagnes ; le vote par le Parlement de la loi du 2 août 1923 prévoyant comme avances pour ces travaux une somme de 600 millions en est la preuve. Cette Administration a établi des documents excellents pour renseigner les intéressés sur les avantages à retirer de l'emploi du courant électrique et sur la procédure à suivre pour obtenir le concours de l'État. La meilleure marche à suivre pour les communes est de se constituer en syndicat de communes, comme il est prévu dans la loi du 15 juin 1906. Les projets sont soumis au service du génie rural et c'est ce service qui fait les propositions utiles pour la question financière et l'application de la loi du 2 août 1923. Il est désirable que les services qui doivent s'occuper de ces

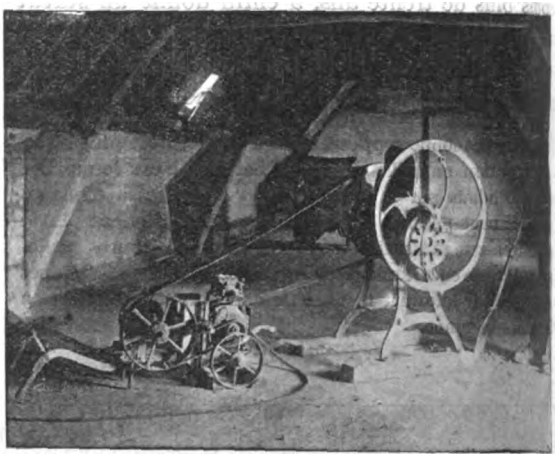


FIG. 288. — *Applications rurales de l'énergie électrique.* Brouette électrique actionnant un broyeur à tourteaux (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)

questions aient des attributions nettement délimitées, afin d'empêcher des chevauchements regrettables qui ne peuvent que retarder les solutions au détriment du public. Toutes les questions techniques devraient être du ressort exclusif du service de

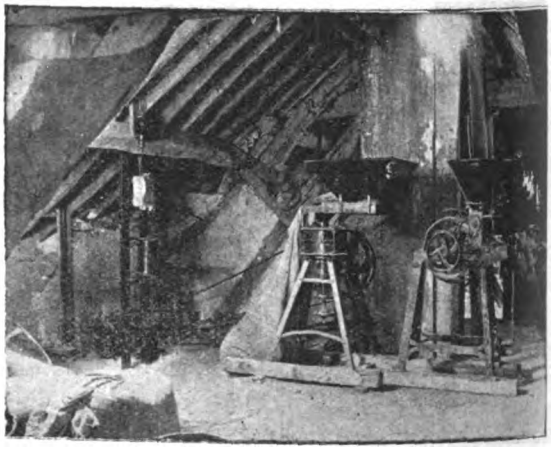


FIG. 289. — *Application rurale de l'énergie électrique.* — Moteur de 4 chevaux commandant un aplatisseur et un broyeur. (Cliché de la Compagnie Électro-mécanique.)

contrôle des distributions électriques et les questions financières du ressort exclusif du génie rural.

Il nous reste à présenter deux observations à propos de l'électrification des campagnes. La première vise la très faible utilisation qu'on peut espérer obtenir. La consommation par habitant

Digitized by Google

peut varier en général de 5 à 15 kw-h par an; la seconde c'est que les installations rurales doivent être particulièrement soignées au point de vue de la sécurité; sinon les risques d'accident se multiplieront; cette dernière observation offre une grande importance au point de vue des incendies en particulier.

Comme conséquence de ces deux observations, et comme nous l'avons dit plus haut, il ne faut pas hésiter à envisager des prix de courant assez élevés pour assurer largement la rémunération des capitaux et par suite leur inspirer confiance; c'est la condition essentielle du succès de l'électrification des campagnes.

Sous l'impulsion de l'Administration de l'Agriculture, l'électrification des campagnes a été vigoureusement entreprise et a déjà donné des résultats satisfaisants, notamment dans les départements d'Eure-et-Loir et de l'Ain. Dans ce dernier département, sur 457 communes au total, on compte actuellement 320 communes électrifiées; pour 40 les projets sont sur le point d'être terminés et on recueille les renseignements nécessaires pour préparer les projets des 97 dernières communes. On compte électrifier, sauf de rares exceptions, presque toutes les 457 communes. Sur 315.000 habitants, les neuf dixièmes disposeront du courant fin 1926. Avant la guerre 216 communes étaient déjà électrifiées; l'effort financier fait depuis 1919, ou restant à faire, peut être évalué à environ 30 millions de francs dont 7 pour la haute tension, 2 pour les transformateurs et 21 pour la basse tension (220-380 volts). Le tiers de la dépense est fourni par l'État et le surplus par les communes; le département n'intervient pas.

Il faut espérer que la tâche entreprise dans toute la France pourra se poursuivre et qu'il sera possible de vaincre les difficultés financières.

Conclusions

Nous estimons pouvoir résumer comme il suit cette étude bien sommaire par elle-même, réduite aux indications les plus essentielles sur la distribution de l'Énergie électrique.

En raison, d'une part, de la richesse relative de la France en chutes d'eau et de sa pauvreté en combustibles, d'autre part de la facilité de transmission de l'énergie électrique et des avantages particuliers qu'elle offre dans ses nombreux emplois, il est d'intérêt public de faciliter le développement de la production et de la distribution de cette énergie.

Au point de vue administratif, la loi du 15 juin 1906, avec ses règlements annexes, et les divers textes législatifs particuliers à l'électrification des campagnes permettent de réaliser ce développement sous réserve de quelques améliorations de détail.

Au point de vue technique, le problème n'offre aucune difficulté; la France possède les techniciens nécessaires à cette œuvre, tant pour la construction des installations et du matériel que pour son exploitation. Une certaine amélioration à envisager à la situation actuelle semble devoir porter sur les installations intérieures, au moins en ce qui concerne l'électrification des campagnes et la bonne qualité des installations.

C'est au point de vue financier qu'en raison des conséquences de la grande guerre et de la situation économique et monétaire de la France le problème rencontre les plus grandes difficultés. Pour améliorer la situation actuelle, au moins dans la mesure compatible avec les véritables besoins du pays et ses possibilités financières, il convient d'envisager une dépense à faire, supérieure à dix milliards et cela dans un délai de dix à vingt années. Pour réaliser un pareil effort, le concours de l'État et des collectivités est nécessaire en même temps que celui des consommateurs eux-mêmes. Mais il est probable que ce concours ne pourra se produire que sous forme d'emprunts à assez longues échéances de façon à demander par avance l'aide financière aux générations futures qui profiteront de l'effort des générations actuelles. Ces emprunts mêmes doivent être demandés au public, de sorte que finalement c'est lui qui doit faire tout l'effort nécessaire. Pour réussir une telle opération financière, il est nécessaire que l'industrie de la distribution soit assez prospère pour rémunérer convenablement les capitaux engagés. A cet effet il ne faut pas que les tarifs soient trop bas, notamment ceux de l'éclairage. La dépense de ce chef est pour les particuliers une somme assez faible et le service, en raison de la pointe, offre des sujétions particulières. Il ne faudra pas oublier pour les campagnes que la consommation sera faible et la dépense d'installation élevée. Comme l'a rappelé justement l'Administration de l'Agriculture « les réseaux ruraux représentent le maximum de dépenses pour le minimum de recettes ».

Pour s'engager dans cette opération financière, il est nécessaire d'assurer aux prêteurs et aux emprunteurs la stabilité de la valeur et du revenu des capitaux engagés. Il y a là une étude à faire et une nouvelle formule à trouver.

La situation actuelle de la distribution électrique en France peut se résumer simplement dans les quelques chiffres suivants :

La puissance totale hydraulique de la France,

Digitized by Google

aménagée et aménageable peut être évaluée en nombre rond à 7 millions de kilowatts.

La puissance normale disponible en service au 1er janvier 1924 était de...	775.000	kilowatts
La puissance en construction	340.000	—
La puissance en projet ..	4.000.000	—
Total	5.115.000	—

soit, en nombre rond, 5 millions de kilowats.

L'effort en projet, en laissant de côté les usines en construction, s'applique donc à 4 millions de kilowatts et après cet effort il en restera encore un autre correspondant à environ 2 millions de kilowatts.

En dehors de la puissance d'origine hydraulique qui s'élève au 1er janvier 1925 à environ un million de kilowatts installés dont 700.000 d'utiles, la production thermique dispose de 4.700.000 kilowatts installés dont 2.600.000 d'utiles.

La production totale s'élève à environ 8 milliards de kilowatt-heures par an.

Le nombre des agglomérations déjà desservies s'élève en nombre rond à 12.000 pour une population de 26 millions d'habitants.

Celles dont la distribution est en cours de construction ou fait l'objet de projets sont, en nombres ronds, de 2.500 pour une population de 1.200.000 habitants.

Les lignes électriques offrent un développement d'environ 60.000 kilomètres dont 9.000 avec une tension supérieure à 45.000 volts.

Les capitaux engagés dans l'industrie de la production et de la distribution dépassent 6 milliards avec un personnel d'environ 100.000 travailleurs de tous grades.

Malgré cet effort considérable, il reste à desservir une population d'environ 14 millions d'habitants, ce qui amène à envisager une dépense de l'ordre d'une douzaine de milliards, non compris l'électrification des chemins de fer.

Pour mettre au point les méthodes à envisager pour l'électrification de la France y compris celle des voies ferrées, un décret du 13 décembre 1923 a institué une Commission dont la composition a été fixée par divers arrêtés de M. le Ministre des Travaux publics. Elle comprend de hautes compétences parlementaires, administratives et techniques. Elle est présidée par M. le Sénateur Mahieu, Président du Conseil supérieur des Chemins de fer, ancien Secrétaire général du Ministère des Travaux publics, dont le passé répond de l'avenir. Le pays peut avoir confiance que cette importante étude sera menée à bonne fin et qu'elle permettra la réalisation d'une grande œuvre au profit de l'intérêt national.

A. MONMERQUÉ
Inspecteur général des Ponts-et-Chaussées E. R.
Ancien Président du Comité d'électricité
au Ministère des Travaux Publics.

Digitized by Google

LA HOUILLE BLANCHE ET L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER

Par H. PARODI,
Ingénieur en Chef du Service de la Traction de la Compagnie d'Orléans.

Avant la guerre, la traction électrique était considérée comme un mode de locomotion de « luxe » utilisable tout au plus dans quelques cas particuliers, d'ailleurs peu nombreux. L'électrification même partielle d'un réseau apparaissait comme absolument utopique, au moins en France, et on ne pensait pas qu'il fût possible de substituer la traction électrique à la traction à vapeur sur un ensemble de lignes importantes. Les arguments les plus divers étaient présentés pour empêcher l'application du nouveau mode de traction, et il est curieux de signaler que la plupart des objections soulevées encore maintenant contre l'électrification sont tout à fait analogues à celles faites vers 1830 contre la possibilité de réalisation des chemins de fer eux-mêmes.

La guerre qui a permis d'avoir une vision plus exacte des faits, qui a mis en évidence bien des causes, a rendu aussi évidentes certaines vérités, non pas précisément méconnues mais tout au moins oubliées. C'est ainsi que nul ne conteste plus aujourd'hui que pour assurer notre défense nationale, il est encore plus indispensable pendant la guerre que pendant la paix de garantir notre indépendance économique.

Pendant la guerre, nos armées doivent pouvoir se suffire à elles-mêmes sans attendre du charbon de l'Angleterre ou des munitions de l'Amérique. Pour cela il faut de l'acier et de la houille noire ou blanche extraits de notre propre sol.

La fonte et l'acier viendront des hauts-fourneaux et des fours de l'ancienne France, de la Lorraine et de la Sarre, la houille noire viendra de nos mines du Nord, de l'Est et du centre; quant à la houille blanche ou verte, elle viendra du Jura, des Alpes, des Pyrénées, du Massif Central et de nos grands cours d'eau : le Rhône, la Garonne, le Rhin, si nous savons les aménager en temps utile.

Même dans la situation actuelle, malgré une réduction notable de consommation et les indemnités en nature payées par les Allemands, nous sommes obligés d'acheter chaque année de 20 à 25 millions de tonnes de combustible à l'étranger, ce qui représente une évasion annuelle de 2 à 3 milliards de francs qui influe d'une façon fâcheuse sur notre change et sur notre situation économique générale.

On peut réduire l'importance de ce tribut payé à nos voisins riches en charbon en intensifiant la production de nos mines nationales, en améliorant le rendement des industries utilisant la houille comme combustible et enfin en substituant la houille blanche, verte ou bleue à la houille noire.

Au point de vue de la production de charbon, on peut évaluer les ressources charbonnières de la France à 22 milliards de tonnes : 17 milliards pour l'ancienne France et 5 milliards pour la Lorraine. Il ne s'agit là, bien entendu, que des gisements exploitables par les moyens techniques dont nous disposons déjà. Au taux d'exploitation d'avant-guerre, nous aurions de la houille pour environ 500 ans (1). Pour intensifier l'exploitation et porter le tonnage extrait annuellement de 40 à 60 ou 65 millions de tonnes, il faudrait immobiliser des capitaux considérables, de l'ordre d'une dizaine de milliards de francs aux taux d'avant-guerre et il ne faut pas perdre de vue que cet effort financier aurait comme résultat de réduire une richesse que nous ne possédons qu'en quantité limitée.

La houille blanche, que la chaleur solaire reproduit chaque année sur nos montagnes et dans nos cours d'eau, constitue au contraire une richesse pratiquement illimitée parce que constamment renouvelée.

La France est particulièrement bien dotée à ce point de vue et on évalue à 9 millions de CV la puissance globale des usines hydrauliques qu'il serait possible d'aménager. La production moyenne annuelle d'énergie correspondante serait de l'ordre de 40 milliards de kilowatt-heures. La production serait réduite à 20 milliards si on n'envisage en première étape que les centrales les plus rapidement réalisables suivant le programme de 1920 du Ministère des Travaux Publics. Le travail utile effectué par 1 kilowatt-heure à haute tension étant équivalent à celui que pourraient produire 2, 3 et même 4 kg. de charbon suivant la nature de l'in-

(1) Il est probable qu'avant achèvement de cette période, nous pourrons exploiter les mines à des profondeurs bien supérieures à celles actuellement usitées.

Digitized by Google

dustrie considérée, on voit que la quantité de houille noire qui pourrait être remplacée par de la houille blanche ou verte serait comprise entre 50 et 150 millions de tonnes de charbon. Cette substitution de la houille blanche à la houille noire par l'intermédiaire de l'électricité permettrait donc, non seulement d'assurer notre indépendance économique, mais encore de donner un nouvel essor à nos industries nationales.

L'aménagement des chutes exigeant une immobilisation de capital de l'ordre de 2.000 fr. par CV installé, le montant des capitaux à engager dans les affaires hydro-électriques serait extrêmement considérable. Aussi, malgré les avantages indiscutables que présente la mise en valeur de nos richesses hydrauliques, on se demande un peu partout quel doit être le programme pratique d'échelonnement des travaux à entreprendre et, en fait, on a installé depuis la guerre 3 à 4 fois plus de « puissance thermique » en France que de puissance hydraulique.

Le problème dont nous venons d'indiquer rapidement les données principales pour la France est absolument général, et il se pose dans tous les pays du monde sous des formes à peu près identiques, même dans des pays riches en charbon comme l'Allemagne et les États-Unis. Dans des pays à peu près complètement dépourvus de mines de houille, comme la Suisse et l'Italie, il prend une importance toute particulière que l'on peut mesurer par l'effort effectué depuis 5 ans pour l'électrification des chemins de fer. La Suisse, qui achetait environ 7 millions de tonnes à l'étranger, a déjà ramené sa consommation à 4 ou 5 millions et le développement qu'elle a donné à l'industrie hydro-électrique lui permettra sans aucun doute d'aller encore beaucoup plus loin dans cette voie.

En Italie, la transformation n'a pas été aussi rapide dans ces dernières années, en raison des conditions économiques, mais le monde entier a encore présent à l'esprit la manière dont les transports de troupes ont été assurés en 1917 dans le Piémont sur les lignes électrifiées des chemins de fer de l'État italien.

En Allemagne, où les questions militaires n'étaient certes pas mises au second plan, on a étudié depuis longtemps un vaste programme d'électrification des chemins de fer, qui est actuellement en cours d'exécution. Ce projet comporte l'utilisation en grand des lignites de l'Allemagne du Nord et de la houille blanche de l'Allemagne du Sud dans des usines électriques spécialisées au service de traction électrique.

Si tous les pays du monde sont entrés résolument dans la voie de l'électrification, ils n'ont pas suivi la même politique en ce qui concerne les chemins de fer. La substitution de la traction électrique à la traction à vapeur est tantôt considérée comme un *but*, tantôt comme un *moyen*.

Dans tous les pays ayant subi l'influence allemande, technique ou politique, comme l'Autriche, la Suède, la Norvège, la Suisse, l'électrification des Chemins de fer est étudiée indépendamment de celle du reste du pays. Les chemins de fer, qui dans tous ces pays appartiennent d'ailleurs à l'État, ont établi des projets comportant la construction de centrales électriques et de lignes de transport de force spécialisées, établies en vue de l'utilisation directe du courant monophasé à faible fréquence. Deux réseaux électriques entièrement distincts se développent parallèlement et indépendamment : l'un, le réseau *industriel* triphasé, de fréquence 50, l'autre le réseau d'État ou réseau *de traction* monophasé, de fréquence 16 2/3. L'existence d'un rapport entier entre les fréquences de ces réseaux ($16\frac{2}{3} = \frac{50}{3}$) permet d'établir éventuellement une jonction électrique entre usines au moyen de transformateurs rotatifs polymorphiques et d'effectuer des échanges d'énergie.

Dans les pays latins et anglo-saxons, voire même dans certains pays de l'Extrême-Orient, comme le Japon, l'électrification a été au contraire envisagée pour les chemins de fer d'intérêt général en considérant comme indispensable *l'unification* des formes de courant pour la production et le transport de l'énergie à grande distance. En France, en Belgique, en Hollande, en Espagne, comme en Afrique (Maroc, Algérie, Cap, Natal, etc.) comme en Amérique du Sud (Chili, Argentine, etc...), comme en Asie (Japon, Chine, etc.) l'énergie électrique sera produite et transportée sous forme de courant triphasé 50 périodes par seconde.

En Angleterre et en Italie, subsisteront longtemps encore des usines génératrices triphasées à 25 et 16 2/3 périodes dont la transformation serait trop coûteuse.

Une installation monophasée 25 périodes a été maintenue en Angleterre, celle du London Brighton pour la même raison ; mais en Italie, on se préoccupe sérieusement d'utiliser en remplacement de la traction électrique triphasée à faible fréquence, soit la traction triphasée à fréquence industrielle, soit la traction à courant continu à 3.000 volts.

Tous les pays qui ont suivi cette politique d'identification des réseaux de traction et des réseaux industriels d'éclairage et de force ont été amenés à adopter comme système unifié de traction le système à courant continu à haute tension (de 1.500 à 4.000 volts) qui était d'ailleurs susceptible de

Digitized by Google

s'adapter à n'importe quelle autre valeur de la fréquence.

Les lignes de transport de force construites par les chemins de fer pour assurer le service de traction doivent pouvoir servir à transporter également de l'énergie provenant d'usines industrielles et destinées à des services industriels : elles doivent donc être construites largement et être susceptibles d'une capacité de transport considérable. Cette « banalisation » des lignes de transport, pour employer une locution de chemin de fer, permettra aux Sociétés de distribution utilisant des sources d'énergie différentes (usines hydrauliques de régime pluvial ou glaciaire, usines thermiques) de se prêter un mutuel appui et de satisfaire aux besoins des consommateurs dans les conditions les plus économiques.

C'est par la multiplicité des sources d'énergie que la sécurité de l'exploitation sera assurée ; c'est grâce à la diversité des charges que l'énergie disponible sera utilisée dans les conditions les meilleures. Ce que les Compagnies de chemins de fer, organisatrices de ces réseaux, perdront en indépendance, elles le gagneront en sécurité et en rendement.

Cette conception très séduisante au point de vue théorique n'est pas sans inconvénient et sans danger ; les Chemins de fer amenés à prévoir des immobilisations de capitaux plus grandes que celles qu'ils auraient à faire si ils limitaient leur effort à leurs besoins propres, doivent échelonner leurs travaux de manière à subordonner la construction de telle ligne ou de telle usine à la conclusion d'accords entre producteurs et consommateurs d'énergie, n'ayant souvent aucun lien avec les services ferroviaires. Ces ententes préalables sont nécessaires si on veut éviter de faire supporter, au moins temporairement, à l'électrification proprement dite, des charges qui ne lui incombent pas. Il y a là un danger qui ne pourra être écarté que par une collaboration étroite et constante des Compagnies et des pouvoirs publics et par l'établissement de programmes généraux d'électrification de l'ensemble du pays.

On arrive ainsi à ce résultat paradoxal que c'est dans les pays où les chemins de fer appartiennent à l'État que l'on se préoccupe le moins, en apparence, des intérêts généraux de la nation ; il est vrai que l'on pourrait répondre que c'est seulement grâce à une division du travail nette et précise que l'on peut arriver à une réalisation pratique. L'expérience seule nous montrera si les méthodes différentes employées dans divers pays étaient bien adaptées aux circonstances locales et aux conditions économiques particulières.

***

Que l'électrification des chemins de fer soit considérée comme un but ou comme un moyen, il convient de la réaliser en essayant de rendre l'opération financière de grande envergure qu'elle représente aussi fructueuse que possible. Pour cela, il faut d'abord faire choix des lignes pour lesquelles la substitution de l'électricité à la vapeur a le plus de chances d'être payante, puis déterminer les conditions d'utilisation les plus rationnelles de l'énergie hydraulique dont on dispose.

En ce qui concerne la première question, la réponse n'est pas douteuse, car on ne peut faire d'économie intéressante de charbon que sur les lignes où on en consomme beaucoup ; il conviendra donc de n'envisager l'électrification que sur les lignes ayant une consommation kilométrique annuelle de combustible dépassant une limite déterminée d'ailleurs variable avec les conditions économiques et notamment avec le cours du charbon. Au lieu de prendre comme caractéristique du trafic la densité linéaire de consommation annuelle, on aurait pu prendre le « tonnage virtuel moyen » ou le tonnage kilométrique virtuel moyen par kilomètre de ligne. La consommation de charbon et le travail utile fourni par les machines seraient proportionnels (1) si le rendement de toutes les locomotives à vapeur était le même dans tous les pays et sur toutes les lignes et si le contrôle de la consommation de charbon était exercé partout de la même manière. Comme il est loin d'en être ainsi, nous estimons que la densité linéaire de consommation de charbon qui tient compte de la plus ou moins grande perfection de la construction, de la conduite, de l'utilisation et de l'entretien des machines, constitue le paramètre le plus indiqué pour définir l'intensité de trafic.

Sur la carte (figure 290) sont représentées les principales lignes de chemins de fer d'intérêt général électrifiées ou en cours d'électrification en France, en Suisse et en Italie.

Chaque élément de ligne est entouré par un rectangle dont la hauteur est à peu près proportionnelle à la densité linéaire de consommation de charbon. L'examen de cette carte montre que les densités moyennes annuelles varient beaucoup suivant les sections, cette consommation dépendant, non seulement du tonnage transporté, mais aussi de la nature du profil.

(1) On peut avoir une évaluation assez approchée de la consommation de charbon d'une ligne de chemin de fer européenne en comptant 60 grammes de charbon par tonne kilomètre virtuelle remorquée.

Digitized by Google

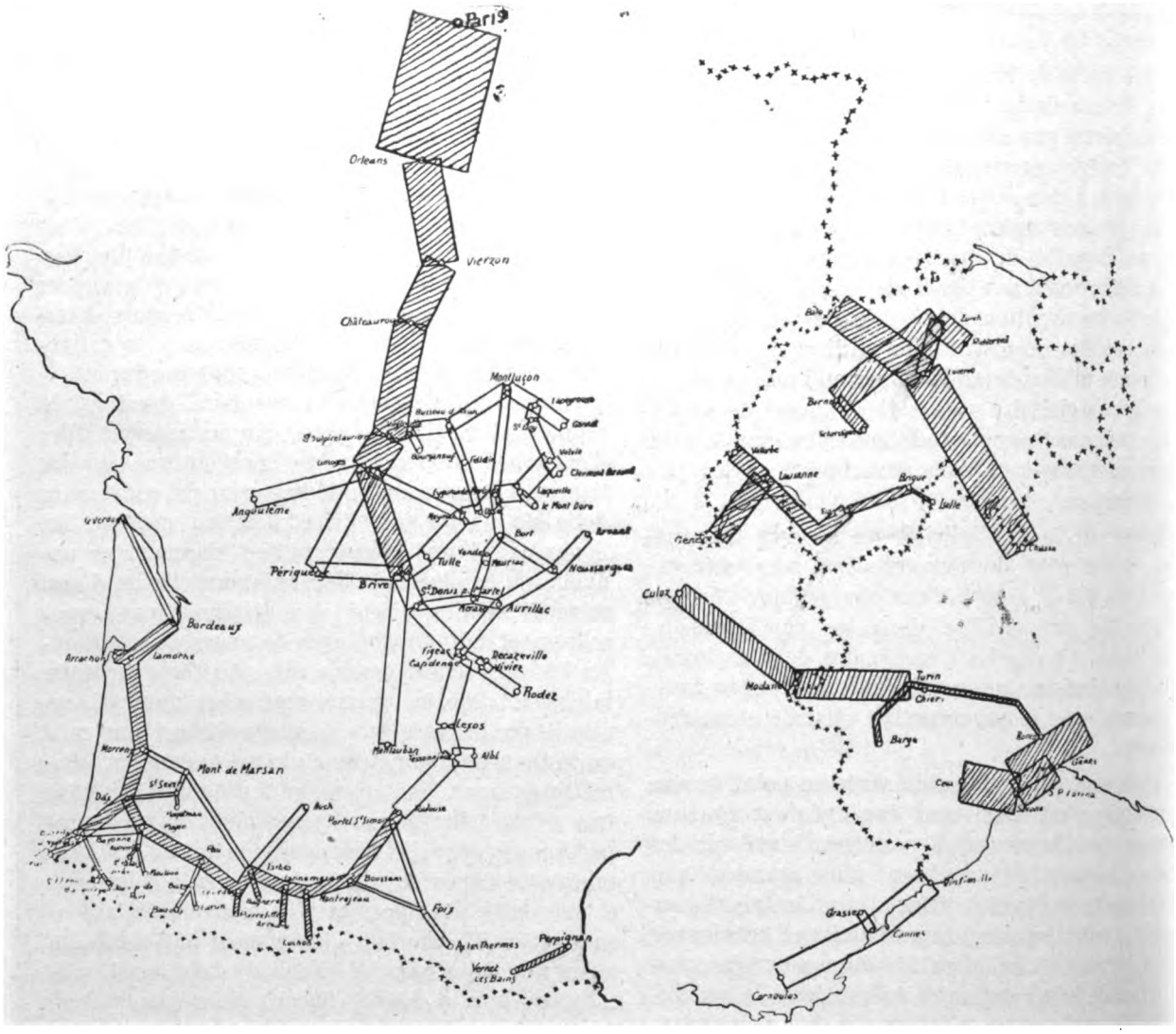


Fig. 2 0.— Carte de la consommation kilométrique moyenne annuelle de charbon sur les lignes électrifiées. Coté gauche : ouest, nord, sud-ouest et centre de la France. Côté droit : Suisse, Italie, Région des Alpes et de la Côte d'azur.

Tableaux relatifs à la figure 290 *de la consommation kilomélrique moyenne annuelle de charbon sur les lignes électrifiées. — Année* 1913

CHEMIN DE FER DU MIDI

Matériel roulant commandé

Nombre	Désignation	Puissance Continue		Puissance unihoraire	
		unitaire	totale	unitaire	totale
90	Locomotives type B.B.	1.000 HP.	90.000	1.250	112.500
31	Automotrices type B. B.	500	15.500	625	19.375
10	Locomotives à grande vitesse 202	1.800	18.000	2.250	22.500
			123.500		154.375

Digitized by Google

CHEMIN DE FER DU P. L. M.

Matériel roulant commandé

Nombre	Désignation	Puissance Continue		Puissance unihorair.	
		unitaire	totale	unitaire	totale
2	Locomotives type 2B-B2	1.900HP.	3.800	2.300	4.600
1	Locomotive type 1AB-BA1.	1.300	1.300	1.600	1.600
1	Locomotive type 2B1-1B2	3.000	3.000	3.750	3.750
30	Locomotives à marchandises 1CC1	1.750	52.500	2.200	66.000
			60.600		75.950

CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

Matériel roulant commandé

Nombre	Désignation	Puissance continue		Puissance unihoraire	
		unitaire	totale	unitaire	totale
200	Locomotives types B.B.	1.370 HP.	274.000	1.670	334.000
80	Automotrices type B.B.	760	60.800	1.200	96.000
5	Locomotives à grande vitesse — 1 gearless 2CC2	2.040	2.040	3.000	3.000
	Locomotives à grande vitesse — 2 à bielles 2D2'	3.000	6.000	3.640	7.280
	Locomotives à grande vitesse — 2 à engrenages extér. 2D2	3.000	6.000	3.660	7.320
			348.840		447.600

Cette densité moyenne de consommation était en 1913 de :

360 tonnes par an et par kilomètre pour les lignes suisses considérées ;

390 tonnes par an et par kilomètre pour les lignes italiennes ;

600 tonnes par an et par kilomètre pour la ligne Paris-Brive ;

1.500 tonnes par an et par kilomètre pour la section Paris-Orléans.

Sur la célèbre ligne du Chicago-Milwaukee et St-Paul-Railway, électrifiée en courant continu 3.000 volts sur plus de 1.000 km. de route, la consommation en 1918 était d'environ 450 tonnes par kilomètre.

En faisant certaines hypothèses aussi logiques et aussi simples que possible, on peut établir des formules définissant approximativement, en fonction du cours du combustible, le trafic limite (densité linéaire limite) à partir duquel la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur est « payante ». Ces formules peuvent être représentées par le système de 6 courbes représenté sur la fig. 2 ci-contre, correspondant chacune :

courbes en traits forts, au cas des lignes de plaine à voie simple, double, triple ou quadruple ;

courbes en traits fins, au cas des lignes de montagne à voie simple et double.

Ces courbes ont été établies en mettant en balance dans le bilan de l'électrification :

Pour la traction à vapeur :

a) Les frais d'achat de combustible ;

b) L'économie réalisée dans les dépôts et ateliers sur la conduite, l'entretien et la réparation des tracteurs.

Pour la traction électrique :

a) Les charges annuelles d'intérêt et d'amortissement, les dépenses d'installation du matériel fixe (lignes de transport d'énergie, postes de transformation, sous-stations, lignes de contact, etc.) ;

b) Les dépenses d'énergie électrique correspondant à un service de traction identique à celui réalisé avec la traction à vapeur ;

c) Les frais de conduite et d'entretien des sous-stations, les dépenses d'entretien et de réparation des lignes de contact.

Il n'a pas été fait état des dépenses d'achat du matériel roulant, non seulement en vue de simplifier la comparaison, mais parce que l'expérience a montré qu'elles différaient très peu dans les deux cas pour un même service.

Digitized by Google

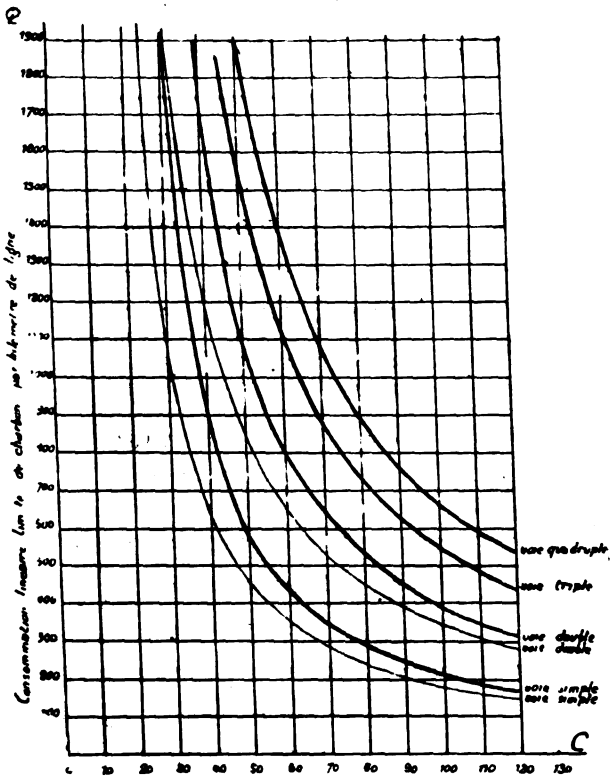


FIG. 291.

COURBES reliant la consommation linéaire limite de combustible par kilomètre de ligne Q *au prix du combustible* C.

$$Q = \frac{\frac{p_r}{100}}{C\,[1 + 0{,}32\,(1+\varepsilon)] + 3{,}57\,(1+\varepsilon) - \frac{1000\,p}{\lambda}}$$

Lignes plates. ——— Lignes de montagnes.

Les valeurs numériques adoptées dans le calcul des divers éléments du problème sont celles indiquées ci-après; elles reposent sur les estimations faites en 1921, époque à laquelle la Compagnie d'Orléans a passé ses commandes de matériel, et sur les résultats d'exploitation obtenus depuis 25 ans sur son réseau :

Dépenses d'établissement par km. de ligne p	lignes à 4 voies.....	800.000 fr.
	lignes à 3 voies.....	650.000 fr.
	lignes à 2 voies.....	470.000 fr.
	lignes à 1 voie.....	250.000 fr.

	lignes plates	lignes de montagne
λ	3	3,3
p	0,10	0,09
r	8,5 %	8,5 %
ε	0	0,25

λ, représentant le nombre de kg. de charbon qui peuvent être remplacés par 1 kwh. aux bornes des sous-stations;

p, le prix de l'énergie par kwh. à l'entrée des sous-stations;

r, le taux d'intérêt et d'amortissement majoré de 1 % pour tenir compte des dépenses d'entretien et de réparation du matériel fixe ainsi que de la conduite des sous-stations;

ε, le supplément d'économie qu'il y a lieu d'escompter pour les lignes à forte déclivité, déduit des résultats d'exploitation des chemins de fer de l'État italien depuis une dizaine d'années sur des lignes de montagnes.

Bien que ces courbes et formules ne puissent prétendre représenter qu'un « bilan d'électrification » type, elles permettent de trouver l'ordre de grandeur des éléments caractéristiques du problème. L'allure même des courbes permet notamment de se rendre compte des conditions à remplir pour qu'une électrification réalisée à une époque déterminée devienne payante, compte tenu des accroissements probables de trafic.

A titre de comparaison, nous donnons dans le tableau ci-dessous la valeur de la densité moyenne de consommation de charbon pour l'ensemble de chacun des 7 grands réseaux français ainsi que le nombre moyen de voies par ligne.

Réseau	Longueur du réseau	Densité approximative de consommation de charbon par km et par an
P.-L.-M.	9.728	265
État	9.011	200
Nord	3.830	460
Est	5.027	305
Alsace-Lorraine.....	2.004	500
P.-O	7.793	205
Midi	4.094	155
Total approximatif ..	41.487	Moy. 265 t.

De la densité linéaire de consommation de charbon, on peut déduire non seulement la dépense d'énergie électrique comme on l'a fait précédemment, mais encore la puissance globale des installations de traction. L'utilisation moyenne de la puissance maximum nécessaire pour un réseau de traction dépend non seulement de l'intensité du trafic mais encore de la longueur de la ligne électrifiée.

De très longues lignes parcourues par un petit nombre de trains peuvent avoir la même utilisation que des lignes courtes parcourues par un grand nombre de trains.

Tel est le cas par exemple du Chicago-Milwaukee-St-Paul-Railway, réseau sur lequel, pour une lon-

Digitized by Google

gueur de section électrifiée de 700 km. parcourue seulement par 7 ou 8 trains dans chaque sens, on arrive à une utilisation de l'ordre de 5.000 heures, alors que pour des lignes de banlieue d'une longueur d'une trentaine de kilomètres où la circulation est de l'ordre de 100 trains par jour, on obtient une utilisation de l'ordre de 4.000 heures.

On peut, en première approximation, compter sur une utilisation de l'ordre de 4.000 heures, quand on considère la puissance maxima dite du « quart d'heure ».

Dans ces conditions, on voit qu'à une densité de consommation de Q tonnes de charbons par kilomètre et par an, correspond une demande de puissance maximum en kws. de

$$\frac{1000\ Q}{4000\ \lambda} = \frac{Q}{4\lambda}$$

Pour une densité de consommation de 600 tonnes de charbon par kilomètre et par an, la puissance demandée au réseau sera donc de l'ordre de 50 kws. par kilomètre de ligne. La densité de consommation sur les lignes électrifiées que nous avons envisagées précédemment variant de 400 à 2.000 tonnes par kilomètre et par an, la puissance par kilomètre sera comprise entre 30 et 200 kws.

ORGANISATION RATIONNELLE DE LA PRODUCTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE D'ORIGINE HYDRAULIQUE

L'organisation de la production d'énergie dans un réseau dépend essentiellement de la nature du service à assurer si le réseau doit alimenter uniquement des sous-stations de traction et de services auxiliaires de chemins de fer (conception suisse, allemande), les usines seront aménagées et interconnectées de manière à pouvoir fournir une charge sensiblement constante d'un bout de l'année à l'autre. Si au contraire, à la charge de traction s'ajoutent des charges d'éclairage et de force motrice industrielles (conception française), la quantité d'énergie électrique fournie mensuellement variera énormément d'une saison à l'autre : la charge est très importante en hiver et est très notablement réduite en été.

Quelle que soit la nature de la charge, on peut la définir approximativement au moyen de *deux* facteurs correspondant chacun aux périodes *naturelles* de la courbe de charge que l'on peut considérer approximativement comme une fonction doublement périodique du temps. Pour chaque période de 24 heures, on observe une courbe de charge de forme à peu près constante qui se reproduit chaque jour avec une légère déformation.

Si on appelle P la puissance la plus grande produite pendant l'année et si e_j est la quantité maximum d'énergie produite pendant un jour entier par le réseau, on pourra définir une utilisation journalière j % de cette puissance P (1)

$$j = 100 \times \frac{e_j}{24\,P}$$

Pour chaque année, on peut tracer la courbe représentative des quantités d'énergie produites chaque jour et en appelant E la quantité totale d'énergie fournie pendant l'année, on pourra définir un coefficient d'utilisation annuelle a % de l'énergie journalière maximum.

$$a = 100\,\frac{E}{365\,e_j}$$

Le facteur de charge λ % ou utilisation annuelle de la puissance P étant égal d'après la définition classique à :

$$100\,\frac{E}{365\times 24\,P} = \frac{100\,E}{365\,e_j} \times \frac{100\,e_j}{24\,P} \times \frac{1}{100} = \frac{j\,a}{100}$$

on a donc :

$$100\,\lambda = j \times a$$

Au lieu de distinguer, dans la courbe de charge annuelle, les périodes naturelles, le jour et l'année, on peut grouper les courbes journalières par semaine ou par mois de manière à définir par exemple un coefficient μ % d'utilisation hebdomadaire ou mensuelle de la puissance maxima et un coefficient γ % d'utilisation annuelle de l'énergie hebdomadaire ou mensuelle maxima.

Il serait facile de montrer que l'on a encore :

$$100\,\lambda = \mu \times \gamma$$

La distinction entre ces deux coefficients j et a (ou μ et γ) (2) est importante car, seule la considération de chacun d'eux permet de préciser un peu le mode d'organisation des réseaux complexes. Le coefficient j % permet de calculer la puissance des usines munies de réservoirs accumulateurs journaliers ou hebdomadaires pour permettre d'effectuer l'adaptation de la puissance offerte à la puissance demandée ; le coefficient a % permet de calculer la réserve d'eau nécessaire pour assurer la régularisation ou l'adaptation saisonnière avec ou sans centrales thermiques d'appoint.

Si on appelle $A = \Sigma\varphi(t)$ la courbe représentative des puissances demandées à chaque instant en fonction du temps et si on appelle B la puissance disponible, on devra avoir à chaque instant A = B pour que le réseau n'ait pas à refuser d'alimenter

(1) Le jour de puissance maximum est en général également le jour de production maximum d'énergie.

(2) Ces définitions des coefficients d'utilisation s'appliquent aussi bien à la puissance offerte qu'à la puissance demandée. Pour la clarté du texte nous désignons par μ' et γ' les coefficients d'utilisation relatifs à la puissance demandée et par μ et γ, ceux relatifs à la puissance offerte.

Digitized by Google

une partie de sa clientèle ou à laisser perdre l'eau par-dessus les déversoirs.

La puissance disponible B comprend 4 éléments distincts :

$$B = \Sigma H(t) + \Sigma R(t) + \Sigma S(t) + \Sigma T(t)$$

H (t) représentant la puissance disponible dans les usines marchant au fil de l'eau (soit sans réservoirs, soit à réservoirs pleins) ;

R (t) représentant la puissance disponible dans les réservoirs journaliers ou hebdomadaires et les usines correspondantes ;

S (t) représentant la puissance disponible dans les réservoirs saisonniers et les usines correspondantes ;

T (t) représentant la puissance disponible dans les centrales thermiques d'appoint.

Le problème à résoudre d'abord dans la construction, puis dans l'exploitation d'un réseau complexe, consiste à proportionner les éléments dont on dispose (équipement des usines H, capacité des réservoirs R et S, puissance des usines T) de manière à ce que la différence $\int [(B - A)\, dt]$ soit aussi petite que possible et que la quantité de charbon dépensée pour produire $\int T(t)$ soit minime.

Les usines H sont les usines de *fond* que l'on doit faire marcher pour ainsi dire à régulateur ouvert. Les usines R sont les usines de pointe : usines « chef d'orchestre » ou régulatrices du réseau. Les usines S sont les centrales d'appoint que l'on substitue aux usines H et R pendant les périodes de sécheresse.

Dans la puissance S (t) du réseau H, R, S, T, on peut englober la puissance H'(t) empruntée au réseau voisin H' R' S' T' par voie d'échange, quand ces deux réseaux sont de régime hydraulique différent.

Pendant 5 ou 6 mois d'hiver, les usines H du réseau H, R, S, T (de régime pluvial, par exemple) fournissent une puissance $H_1(t)$ au réseau voisin H'R'S'T' de régime glaciaire, par exemple, et pendant 5 ou 6 mois d'été, le second réseau fournit à son tour une puissance $H_1(t)$ qui joue pour le réseau H R S T le même rôle que la puissance fournie par les réservoirs accumulateurs S ou les thermiques d'appoint T.

Dans presque tous les cas que nous avons pu étudier jusqu'à présent, si l'on veut, d'une part, éviter le gaspillage de l'eau pendant les périodes de crue et d'autre part assurer la marche en toute sécurité pendant les périodes de sécheresse, on trouve qu'il est pratiquement impossible de se passer de centrales thermiques d'appoint.

Du moment où l'installation de ce type d'usines est prévu dans un réseau hydro-électrique, la construction de réservoirs accumulateurs perd beaucoup de son intérêt, à moins qu'elle ne puisse être effectuée assez économiquement pour que le prix du courant de régularisation ne soit pas plus élevé dans les usines hydrauliques que dans les centrales thermiques d'appoint.

Pour la plupart des cours d'eau français de régime pluvial ou de régime glaciaire, on est amené à « écréter » en première approximation les courbes naturelles de débit mensuel de manière à limiter la puissance moyenne mensuelle au double de la puissance moyenne annuelle. Les avant-projets d'usines hydrauliques sont en général étudiés, en ce qui concerne les canaux de dérivation et les travaux de génie civil, de manière à remplir cette condition, et ce n'est que si le mode d'exploitation prévu pour le réseau l'exige que l'on envisage dans le projet définitif des canaux d'amenée plus importants (1).

On peut donc dire que le coefficient γ % d'utilisation de l'énergie mensuelle maximum définie précédemment est en général de l'ordre de 50 % (4.500 heures environ).

La production annuelle d'énergie $E = (12\, e_m) = 50$ % en appelant e_m l'énergie mensuelle maximum.

Si le système d'usines considéré alimente uniquement un réseau de traction ayant un facteur de charge γ % égal à 50 ou 60 %

$$E = 50 \text{ à } 60\ \%\ (8760\ P)$$

le facteur μ' % d'utilisation mensuelle maximum de la puissance P et le facteur γ % d'utilisation annuelle de l'énergie mensuelle maximum e_m auront respectivement des valeurs de 50 à 60 % (μ') et 95 à 100 % (γ'). On voit donc que la capacité à prévoir pour les réservoirs saisonniers (et la production des centrales thermiques d'appoint) correspondra à environ 20 ou 25 % de l'énergie totale annuelle.

Si le système d'usines considéré alimente au contraire un réseau complexe comprenant à la fois des charges de traction et des charges d'éclairage et de force motrice industrielles, le facteur de charge global sera beaucoup plus faible, 30 à 40 % ; mais si les périodes de pointes de charge coïncident, comme c'est le cas en France pour les usines alimentées par des cours d'eau de régime pluvial (Massif Central, par exemple) avec les périodes de crues, il apparaît que la capacité des réservoirs et des centrales thermiques d'appoint peut être très notablement réduite (2).

---

(1) Nous connaissons nombre d'usines pour lesquelles les canaux de dérivation sont trop faibles et on perd de ce fait énormément d'eau.

(2) Ce que nous disons ici des Centrales s'applique intégralement aux lignes de transport de force, et de même qu'il y a intérêt à suréquiper certaines centrales, il y a intérêt à construire des lignes de transport pour des tensions aussi élevées que possible.

Digitized by Google

C'est par application de ces considérations que nous avons tenu à présenter sous une forme générale, que la Compagnie d'Orléans est arrivée à mettre au point le projet complet d'électrification actuellement en cours d'exécution entre Paris et Brive (première étape : Paris-Vierzon, 200 km. de route et 1.000 km. de voies).

La ligne Paris-Brive est la ligne à grand trafic nord-sud du réseau d'Orléans et son tracé coïncide à peu près avec celui des lignes à haute tension pouvant réunir le Massif Central (centre de production) à Paris (centre de consommation). Le réseau de lignes de transport de force, construit pour l'alimentation des services de traction, peut servir de secours au réseau de lignes qui sera construit dans l'avenir pour joindre le Massif Central à Paris. Ce qui n'est qu'ébauché sur le réseau d'Orléans est déjà réalisé sur le réseau du Midi, où les grandes villes, comme Bordeaux et Toulouse, reçoivent dès maintenant de l'énergie hydraulique des Pyrénées.

Il est bon de remarquer que, quelle que soit la ligne de chemin de fer considérée, son tracé coïncide nécessairement avec celui des grands courants de trafic et par suite avec le tracé naturel des grandes lignes de transport de force. Les électrifications des réseaux du Midi et de l'Orléans constituent des exemples types de la conception française en matière d'électrification.

On peut penser dès maintenant que, malgré quelques retards d'exécution et des difficultés d'organisation et d'ententes inévitables dans la mise au point de questions aussi complexes et aussi nouvelles, notre pays possédera bientôt des réseaux électrifiés où le service sera assuré dans des conditions au moins aussi satisfaisantes que dans les réseaux étrangers cités jusqu'à présent comme modèles.

Il y a lieu de penser qu'un succès, non seulement technique mais encore financier, couronnera les efforts des pouvoirs publics et des Compagnies en dépit des conditions économiques particulièrement défavorables du moment présent.

15 Mai 1925.

H. Parodi,
Ingénieur en Chef du Service
de la Traction de la Compagnie d'Orléans.

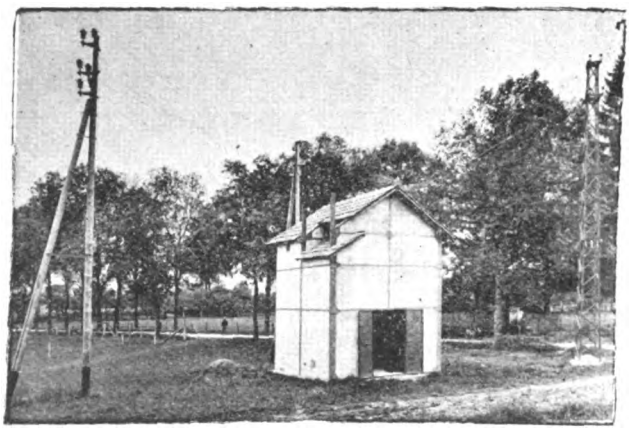


Fig. 292.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie d'Angers, 4, Rue Garnier, 4, Angers.

Digitized by Google

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 12 — 63e ANNÉE — 27 JUIN 1925

L'AFRIQUE ÉQUATORIALE CONVALESCENTE

Au sud de l'Afrique Occidentale, la France possède une immense colonie ou mieux, un véritable empire, puisqu'il couvre une superficie de deux millions deux cent cinquante mille kilomètres carrés, égale, par conséquent à cinq fois la France, ou à un cinquième de l'Europe. Bien que l'objet de cette étude soit d'ordre économique, il est nécessaire, pour l'intelligence des questions traitées, de jeter un coup d'œil sur la géographie du pays.

Il faut tout d'abord remarquer que l'A. E. F. se répartit nettement en trois régions naturelles allant du Nord au Sud : d'abord une région saharienne dépourvue d'eau et de végétation, ensuite une région tropicale où dominent les savanes et enfin une région équatoriale couverte de forêts et dont le sol est d'une prodigieuse fertilité.

I. — Au Sud, c'est la cuvette congolaise dans laquelle on ne peut pénétrer que par les fleuves, seule voie naturelle de pénétration. C'est par cette voie qu'on peut, de la côte occidentale, franchir une zone de massifs et de plateaux pour atteindre les vallées où coulent les cours d'eau. La côte est basse et lagunaire, coupée par des estuaires dont le plus important est le Gabon, à l'entrée duquel a été construit Libreville. Puis, le terrain s'élève par des terrasses successives dominées elles-mêmes par le massif de Mayumbé, dont le point le plus élevé est à 700 mètres d'altitude. C'est le domaine de la forêt vierge avec son sous-bois impénétrable, comparable aux mystérieuses et profondes forêts de notre Côte d'Ivoire en A. O. F. Puis, nouveaux bourrelets de 500 mètres environ : c'est le plateau Batéké qui s'étend entre les vallées supérieures de l'Ogooué et de l'Alima, d'une part, et la rive droite du Congo, d'autre part. C'est la région de la savane.

Voici enfin la cuvette congolaise, large bande marécageuse « où s'enchevêtrent, dit M. Mirabel, cours d'eau, anciens bras de fleuves, étangs, îles alluviales, deltas, l'ensemble constituant dans la période de crues un vaste domaine d'inondation d'où émergent çà et là des buttes sur lesquelles sont bâtis des villages ».

Dans toute cette région, quel est le climat? Il ne saurait naturellement être uniforme ; mais son caractère général est d'être un climat équatorial. Il se caractérise donc par le double passage du soleil au zénith, par un ou deux maxima de pluviosité et par une pression atmosphérique peu variée. La moyenne annuelle de la température est supérieure à 26°. C'est la zone la plus chaude et la plus humide de l'Afrique Équatoriale.

La capitale, Brazzaville, se trouve à la limite des deux climats équatorial et tropical : du 15 mai au 30 septembre, grande saison sèche ; du 1er octobre au 20 décembre, petite saison des pluies ; du 20 décembre au 20 janvier, petite saison sèche et du 20 janvier au 15 mai grande saison des pluies. La hauteur des pluies dépend aussi des moussons qui soufflent périodiquement de la mer ou du continent, tour à tour foyer d'appel ou d'émission. C'est le phénomène inverse qui se produit en A. O. F. Les régions côtières sont donc les plus arrosées (2 à 3 m.) ; les dépressions le sont moins (1 m. 25 à Brazzaville) et les plateaux de l'intérieur moins encore (1 m. 15).

Mais ce qui donne son caractère spécial à la

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

cuvette congolaise, c'est son admirable réseau de voies navigables. Sur quatre mille kilomètres, gros et petits vapeurs peuvent circuler pendant la plus grande partie de l'année.

Le roi de ces cours d'eau, c'est le Congo. Il traverse l'A. E. F. sur une longueur de 687 km. Son courant est rapide et sa largeur de 1.700 à 2.500 mètres au moment où il reçoit sur sa rive gauche son affluent le Kassaï. Après sa traversée du Stanley-Pool, son débit moyen est de 30.000 m³ et pendant une année moyenne son débit total est de treize fois supérieur à celui du Nil.

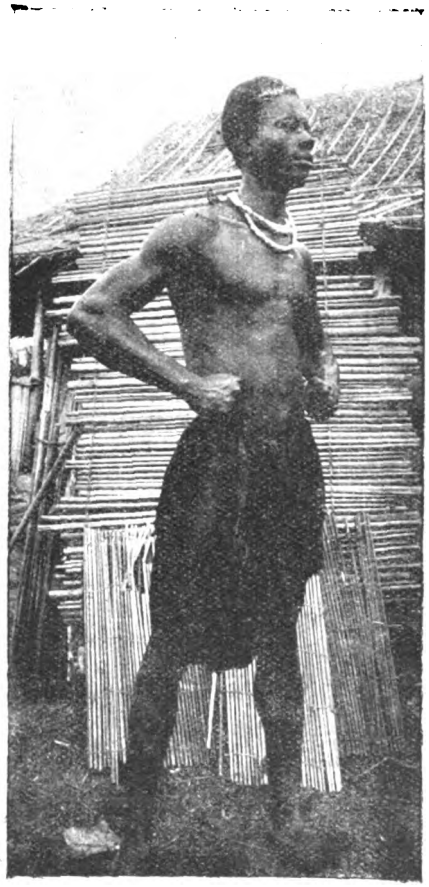


Fig. 293. — Type de Sangha-Sangha.

Ses affluents sont très nombreux; le principal est l'Oubangui, fleuve puissant, collecteur lui-même d'autres cours d'eau (Ouellé et M'bomou dont il est formé, Kotto, Kouango) que sais-je encore? En aval de Bangui, il est large de deux ou trois kilomètres et quand il rejoint le Congo, ses deux rives sont distantes l'une de l'autre de 25 km.

Il y aurait bien d'autres fleuves à citer. Mais il faut mentionner surtout l'Ogooué d'une longueur de douze cents kilomètres, coupé de nombreux rapides. C'est par sa vallée que passèrent Brazza et ses compagnons pour rejoindre le Congo, et les postes de Franceville et Lastourville évoquent le souvenir des étapes couvertes par nos hardis explorateurs.

II. — La deuxième zone est la dépression du Tchad. Qu'est-ce que le Tchad dont le nom garde encore aujourd'hui un attrait mystérieux? C'est une immense nappe d'eau douce dont la superficie approximative (2.400 km environ) égale six fois la superficie du lac Léman. Sur ce lac, véritable mer intérieure, s'étalent de nombreuses îles et, à l'embouchure du Chari, les rives sont envahies par les papyrus et les palétuviers. Cette région insulaire est néanmoins un pays d'élevage et de culture. Au loin, vers le Nord, le paysage est dominé à plus de 3.000 mètres par les cimes autrefois volcaniques du Tibesti et par les terrasses de l'Ennedi. Toute cette zone désertique n'est fréquentée que par des nomades pillards, et encore aujourd'hui, malgré notre surveillance étroite, marchands d'esclaves impénitents. La vie est plus douce, la sécurité plus grande, les cultures plus variées dans les oasis du Borkou et dans les régions plus fertiles du Kanem.

Cette immense dépression du Tchad présente du Nord au Sud des climats et des zones de végétations bien différentes, puisqu'elle s'étend sur plusieurs degrés de latitude. Dans le Tibesti, qui participe au climat saharien, les jours sont très chauds et les nuits très froides. Dans le Borkou les différences sont moins sensibles ; mais les périodes de sécheresse sont très longues ; enfin, dans la région qui confine au Soudan, on retrouve la division annuelle d'une saison sèche et d'une saison des pluies.

Les caractères de la végétation varient naturellement avec le climat. Au Nord, dans la région subdésertique, ce ne sont que mimosas et acacias avec des palmiers dans les oasis; plus au Sud la zone soudanaise est caractérisée par les plaines herbeuses, les forêts de baobabs, de fromagers ou de karités; puis le pays devient plus riche; ce sont les forêts épaisses de la région guinéenne.

C'est par le Chari (que suivit Gentil dans sa fameuse expédition), que la dépression du Tchad communique avec la cuvette congolaise. Son lit atteint parfois cinq à six kilomètres de largeur. C'est à Fort-Lamy, de lugubre mémoire, que commence son delta; mais avant de mourir dans le Tchad, il a pu porter de petits vapeurs sur onze cents kilomètres de son parcours.

Tel est sommairement l'aspect de notre Afrique Équatoriale, une Afrique en raccourci où se rencontrent tous les caractères possibles : montagnes et plateaux; terrasses et cuvettes; fleuves puissants et petits ruisseaux; régions désertiques et

Digitized by Google

forêts tropicales. En dépit des régions désertiques et marécageuses, ce pays est incontestablement riche. Il l'était aux temps héroïques de Brazza ; il l'était à l'époque où Pierre Mille écrivait que « le Congo était une usine à caoutchouc et un cimetière d'ivoire ». Depuis, les réserves d'ivoire ont été épuisées et le caoutchouc de liane a été vaincu par les plantations de Java ou du Brésil. Mais il lui reste assez de ressources naturelles pour justifier tous les sacrifices légitimes et tous les espoirs. Les forêts s'étendent sur plus de quarante millions d'hectares, renfermant encore quatre milliards de mètres cubes de bois d'œuvre et autant de bois d'industrie. Si le caoutchouc à l'état naturel a fait faillite, il serait facile d'en produire à nouveau par des plantations intelligentes et les essais dans l'Oubangui paraissent très bien réussir. Faute de bras, beaucoup cultures ont été abandonnées et cependant le cacaoyer et la vanille y viennent très bien ; le caféier y pousse spontanément et il ne serait pas plus difficile, dans le Congo français que dans le Congo belge, d'y cultiver du riz et du coton comme au Tchad et comme au Tchad aussi, de pratiquer un élevage intensif.

Est-ce tout? Non. Les Belges ont trouvé dans les mines de cuivre du Katenga une prodigieuse richesse ; d'autres gisements ont été prospectés et mis en exploitation, et le Congo belge tend à devenir, avec son cuivre, son charbon et ses diamants, une colonie industrielle à rendement formidable. Or il semble, d'après des recherches superficiellement conduites, que dans notre Congo, le Niari moyen possède d'importants gisements de cuivre, d'étain et de zinc. Il n'est pas douteux qu'en cherchant bien on trouvera du charbon, car il serait étrange que ces gisements aient tenu compte des frontières artificielles, alors que tous les terrains des deux Congos sont de même origine et de même époque.

***

Depuis longtemps déjà, la France était installée à Gorée, à Saint-Louis et sur la côte de Dakar, quand fut créé au Gabon le premier établissement français de l'Afrique Équatoriale. Libreville fut fondé en 1840 par le lieutenant de vaisseau Bouët-Willaumez, dans le but d'assurer un point d'appui aux navires chargés de la visite des bateaux négriers voguant sur l'Atlantique et aussi pour offrir une terre d'asile aux esclaves affranchis et fugitifs.

Jusqu'en 1865, Libreville reste isolé et notre autorité ne cherche pas à s'exercer à l'intérieur. A cette époque, le lieutenant de vaisseau Serval, et le médecin Griffon du Bellay se mettent à la tête d'une mission chargée de pénétrer dans la vallée de l'Ogooué. Mais rien de sérieux ni de durable n'est tenté avant la première exploration de Savorgnan de Brazza en 1875.

L'Afrique Occidentale a Binger ; l'Afrique Équatoriale a de Brazza. On pourrait aussi comparer les procédés de Brazza et ceux de Binger. Tous deux sont des pacifiques qui ne méprisent pas le danger, mais qui l'ignorent. Sans tirer un coup de fusil ils s'avancent dans ces pays inconnus sans jamais perdre leur sang-froid, palabrent sans fin avec les indigènes et finissent par gagner leur confiance. Dans ce premier voyage, que veut Brazza? Refaire le voyage de Stanley et atteindre le fleuve Congo. Une première fois il s'égare et

Fig. 2[illegible]. — Labaye. — Confluent de l'Oubangui et de la Laboye.

aboutit au cours de l'Alima ; en 1878, il trouve d'instinct la vraie route. « Pour mon compte, écrit-il, tout s'illumine subitement... Cette succession de cours d'eau que je venais de traverser aboutissait au grand fleuve », c'est-à-dire au Congo.

Il s'agit donc de gagner Stanley de vitesse et de planter le drapeau français au Stanley-Pool avant qu'il pût le faire. Soutenu, le fait à noter, par l'opinion publique et grâce à la sympathie enthousiaste du roi Makoko, il réussit dans cette aventure qui passait pour chimérique. En 1880, la clef du Congo était devenue la capitale et le centre économique de l'Afrique Équatoriale Française.

Aussi, en 1887, et cette fois encore Jules Ferry avait deviné l'avenir, M. de Brazza retournait au Congo avec le titre de Commissaire général de la République. Ce fut pour tout dire un Gouverneur ambulant, car il entreprit, avec la collaboration d'hommes de cœur et de volonté (de Chavannes, de Lastours, Decaze, Fourneau, le Dr Ballay), l'inventaire méthodique et scientifique de cet admirable pays.

Un succès aussi imprévu mettait en déroute bien des espoirs et contrariait bien des convoitises. L'Angleterre et le Portugal s'entendaient pour surveiller notre politique ; la Belgique ne se résignait guère à trouver la France sur les bords du

Digitized by Google

grand fleuve. L'État belge indépendant du Congo était officiellement reconnu mais la création du Congo Français l'était également (acte du 26 février 1885).

Il serait hors de notre sujet d'énumérer les nombreuses missions qui depuis lors explorèrent notre Afrique Equatoriale et poussèrent, par une politique prudente mais continue, notre frontière vers le Nord. Il serait cependant injuste et cruel de ne

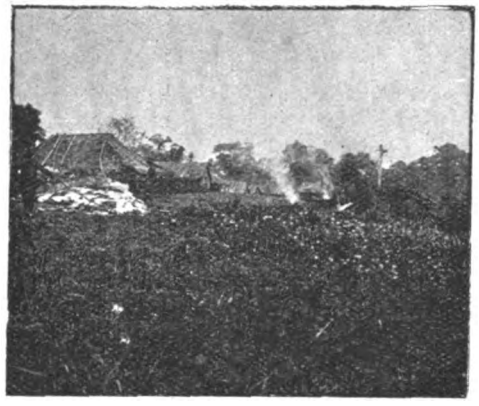


Fig. 295. — Prophylaxie des maladies contagieuses. Incendie des cases infectées.

pas citer quelques noms des explorateurs qui travaillèrent en bons Français pour étendre notre empire Africain et qui souvent payèrent de leur vie leur dévouement à notre pays, leur curiosité scientifique et leur amour de la gloire.

Tel est, par exemple, Crampel. C'est lui qui a écrit ces lignes quasi-prophétiques : « Nous avons trois possessions importantes : l'Algérie-Tunisie, le Sénégal et le Congo qui toutes les trois tendent à s'agrandir vers le Tchad, devenu pour ainsi dire le point géométrique de leur union ». Mais, il est assassiné à El-Kouti. D'autres recueillent l'idée et s'efforcent de la réaliser. C'est Casimir Maistre qui explora les vallées du Gribingui et du Logone et nous donna tous les pays voisins du Cameroun ; c'est l'enseigne de vaisseau Gentil qui, en 1897, descend le Chari sur son canot démontable, le *Léon Blot*, et le lance sur les eaux désormais françaises du Tchad.

Un accord franco-congolais nous avait promis une route vers le Nil ; mais les Belges nous créaient à ce sujet des difficultés multiples et l'Angleterre, que nos succès exaspéraient, signait avec l'État indépendant un traité qui lui assurait à l'Est une bande de territoire de 25 km. de large. Il fallait agir, et au plus vite. Le gouvernement d'alors n'hésita pas et le capitaine Marchand fut mis à la disposition du Commissaire du Congo, Liotard. Ce que fut cette randonnée épique, tout le monde le sait, car cette fois, du moins, l'opinion publique se passionna pour cette entreprise dans laquelle était engagé l'honneur de la France. Au prix de mille difficultés et de cruels sacrifices, en dépit des pièges tendus et des trahisons ourdies, Marchand et ses glorieux compagnons, Baratier, Germain et d'autres, arrivent brusquement sur les bords du Nil, à Fachoda.

Mais l'Angleterre nous y avait prévenus. Pour éviter une guerre qui semblait inévitable, Delcassé, la rage au cœur, dut signer la convention franco-anglaise du 21 mars 1899 qui laissait le Nil aux Anglais. Par contre, nous étions libres de nous installer dans les territoires à l'Est du Tchad.

Tout n'était pas terminé. Un indigène audacieux et probablement soudoyé, Rabah, envahit notre domaine. La colonne de Bretonnet est massacrée, mais Gentil vient venger son ami et au combat de Koussouri, l'armée de Rabah est définitivement écrasée. Cette victoire qui nous laissait libres dans le centre africain était chèrement payée par la mort du commandant Lamy.

Mais il faut maintenant tenir compte des Senoussistes qui descendent du Ouadaï. Ces tribus, qui professent contre tout ce qui est chrétien et particulièrement contre nous, une haine ardente, sont courageuses, bien armées (par qui?) et en raison

Fig. 296. — Mongommba. — Marché de manioc.

de leur mobilité, insaisissables. Le lieutenant-colonel Moll est victorieux du sultan ; mais il est tué sur le champ de bataille ; du moins les Senoussistes demandent l'aman et renoncent au combat.

Il semble que l'ère des difficultés est close. Il n'en est rien. Nous sommes en 1911, c'est le coup d'Agadir ; c'est le traité d'Algésiras. Nous devons céder à l'Allemagne un territoire d'une superficie

Digitized by Google

de 275.000 km². Constatons du moins que l'opinion française réagit violemment et que cette atteinte portée à nos droits imprescriptibles provoqua, chez ceux-mêmes qui ne savaient rien du Congo, une profonde indignation.

Puis, c'est 1914 et c'est la guerre. Avec l'aide de Fourneau et du général Aymerich, nos troupes congolaises, admirablement organisées et ravitaillées par M. Merlin, conquièrent le Cameroun. En janvier 1916, Yaoundé, centre de la résistance, tombait entre nos mains.

Telle est l'histoire sommaire de la découverte, des explorations et de la conquête de l'A. E. F. Elle valait d'être rappelée, d'abord parce que jamais nos explorateurs et nos soldats n'y firent preuve de plus d'énergie, de volonté, de suite dans les idées; ensuite, parce qu'en lisant ces fastes héroïques, nous comprenons mieux pourquoi il faut sauver cette Afrique Équatoriale qui nous a coûté tant de peines, peines qui n'ont pas encore trouvé leur récompense. Pourquoi cette épopée, « cette Iliade qu'Homère n'inventerait pas », comme disait le poète, est-elle moins connue que la geste admirable de l'A. O. F.? On ne sait pas. Peut-être parce qu'elle a été jusqu'ici plus malheureuse et que le malheur n'attire pas; peut-être aussi parce que l'histoire a des caprices instinctifs et inexplicables. Habent sua fata... Mais, ce qui n'a pas été hier sera certainement demain, et c'est ce que nous allons esssayer de démontrer.

***

Ainsi, notre Afrique Équatoriale, malgré de magnifiques et légitimes promesses, en dépit d'une situation géographique privilégiée, alors qu'elle dispose en partie d'une des plus belles voies fluviales du monde, ne nous a encore donné que des déboires. Elle est, ce sont des expressions courantes, la cendrillon, la parente pauvre de nos filles coloniales. Pourquoi? Parce qu'elle manque à la fois de capitaux, de main-d'œuvre et de voies de communications. Est-ce à dire qu'il faut désespérer d'elle? Non, certes! Rien n'est encore perdu, mais il faut agir; il est temps. On doit en effet, avouer qu'elle n'a pas eu encore de gouverneurs qui aient eu la possibilité ou le temps d'agir. Brazza, qui nous avait donné cette colonie par son courage, son audace tranquille et son sens géographique, n'a rien tenté pour l'organiser et on peut dire, sans faire tort à sa glorieuse mémoire, que l'erreur a été de penser que ses admirables qualités d'explorateur le désignaient au poste de gouverneur, alors que les qualités qu'exigent ces deux carrières s'excluent au contraire. On pourrait en dire autant de Gentil, dont l'exploration pacifique nous a ouvert par le Chari la route du Tchad, mais qui, empêtré dans des complications diplomatiques, n'a pas eu le temps de donner sa mesure. Il en est de même d'Angoulvant qui n'est pas resté assez longtemps pour faire bénéficier l'A. E. F. de ses qualités de travail et d'activité. Le Gouverneur Général Merlin a gouverné l'A. E. F. pendant la plus grande partie de la guerre, mais il a dû concentrer toutes ses qualités de chef sur la conquête du Cameroun et la reprise des territoires abandonnés au traité d'Algésiras (le bec de canard). On sait avec quelle

Fig. 297. — Pileuses de mil à Yakomino.

suite dans les idées, quel esprit d'initiative, puisqu'il a su en deux occasions ne pas obéir aux ordres qu'il avait reçus de la Métropole, il s'est acquitté, avec l'héroïque collaboration du Gouverneur Fourneau, de cette tâche difficile. On a été quelque peu injuste pour son successeur, M. Augagneur, dont la forte personnalité a toujours provoqué d'excessives réactions. Il n'a peut-être pas eu, pour réveiller cette colonie endormie, de plan d'ensemble. Ce docteur éminent n'a pas vu assez que la question médicale était à la base de toute réforme; mais il a eu le mérite, qui n'est pas mince, d'avoir compris nettement qu'en plus de toutes les maladies dont il souffrait, le Congo français était menacé d'étouffement. Ayant compris, il a agi, et c'est à lui que nous devons non seulement le projet de la voie ferrée de Brazzaville à l'Océan, mais aussi l'exécution des premiers travaux. Qu'après cela il se soit trompé sur le point où ce chemin de fer devait aboutir à la côte; que Banda Noire eût été préférable à Pointe-Noire; que l'écartement des rails puisse être légitimement discuté, il n'importe. En tout cas, il a prouvé le mouvement en marchant.

Avec M. Antonetti, les coloniaux sont convaincus que notre Afrique Équatoriale a trouvé *son* Gouverneur Général. On nous dira peut-être que notre jugement est bien hâtif, alors qu'il n'est installé à Brazzaville que depuis quelques mois. Mais il

Digitized by Google

est facile de répondre que nous pouvons prévoir, par ce qu'il a fait en Côte d'Ivoire, de ce qu'il pourra réaliser en A. E. F. Ensuite il a étudié avant son départ tous les problèmes dont il allait avoir à trouver la solution. Quand il s'est embarqué, son programme était tout prêt et il l'avait soumis à tous ceux qui pouvaient le contrôler et l'amender ; enfin, ses premiers gestes ont été ceux qu'il fallait faire et ses premiers actes ont été approuvés, chose rare, par l'unanimité de tous ceux qui, fonctionnaires, colons commerçants et chefs indigènes, attendent depuis longtemps le sauveur de l'A. E. F. Il n'est pas douteux que le système des grandes concessions, dont un esprit aussi sage et aussi averti que M. Guillain avait pris l'imprudente initiative, a retardé de plusieurs années la mise en valeur de l'A. E. F. Pour que ces concessions, dont l'étendue énorme rappelait de trop près les Compa-

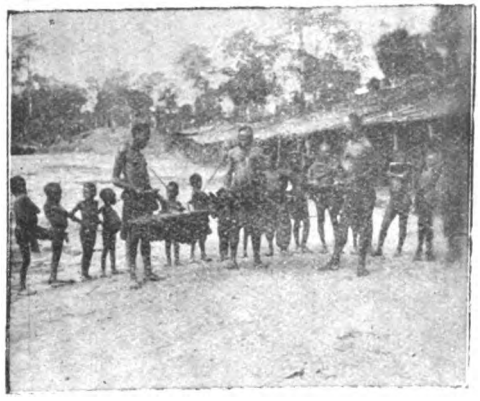


Fig. 298. — Musiciens Yakingas

gnies souveraines de l'ancien régime pussent réussir, il aurait fallu mettre à la disposition des concessionnaires des voies de communication pour l'évacuation rapide des produits et de la main-d'œuvre pour mettre le sol en valeur. Or, tout cela manquait à la fois. Aussi, des quarante sociétés concessionnaires créées en 1899, cinq ou six ont pu, grâce à des efforts énergiques et persévérants, survivre à tous les déboires. Il convient donc d'en revenir à un système moins ambitieux mais plus pratique.

Ceci dit, quels sont en somme les problèmes à résoudre? S'ils sont extrêmement complexes, ils ne sont pas nombreux. A mon sens, ils sont au nombre de quatre : celui de la politique indigène et partant de la main-d'œuvre ; celui de la santé publique ; celui des voies de communication et enfin le problème financier. Le jour où ils seront résolus, notre admirable colonie du Congo pourra remplir sa destinée.

***

La population des quatre colonies du Congo proprement dit (Gabon, Moyen Congo, Oubangui-Chari, Tchad) étaient au 31 décembre 1911, d'après les documents officiels, de quatre millions deux cent quatre-vingt mille habitants. Elle n'était plus, au recensement officiel de 1921, que de 1.577.000. Si ces documents sont exacts, elle aurait diminué en dix ans de 63 %. « Depuis cette époque, dit M. Sargos, en ces deux néfastes années 1921 et 1922, en raison de graves épidémies, comme la dysenterie bacillaire au Moyen Congo, la dépopulation a continué aussi rapide. Les quatre colonies ne réuniraient plus actuellement que douze cent cinquante mille habitants (soit un habitant par km², dont 40 % d'enfants, 35 % de femmes et 25% d'hommes.) Encore parmi ces derniers, un tiers seulement serait apte au travail, soit un par douze km² ». Ces chiffres angoissants sont-ils exacts? Non, répond M. l'administrateur Bruel, qui nourrit pour le Congo l'affection inquiète qu'inspire un enfant en danger. A son avis, le recensement officiel aurait été mal fait. Le nombre des enfants serait beaucoup plus élevé que celui qui est officielle-

Fig. 299. — Entre Dionna et Bouka passage de la Baba

ment indiqué. D'autre part, en raison des vastes espaces à parcourir, beaucoup d'indigènes ont échappé aux agents de recensement. Pour une seule circonscription, l'erreur serait de près de 80.000. C'est beaucoup ; mais en admettant même les chiffres de M. Bruel, le pourcentage serait à peine de 2 habitants par km². Or, ce chiffre est dérisoire par rapport aux immenses territoires à mettre en valeur, à la main-d'œuvre indispensable et aux chantiers de travaux publics à ouvrir La construction du chemin de fer va nécessiter l'emploi de trois milliers de travailleurs au moins ; la Société du Consortium des Grands réseaux qui est aujourd'hui en pleine activité, après plusieurs

Digitized by Google

années de sacrifices et de tâtonnements, recrute régulièrement ses ouvriers chez les Pahouins. Que restera-t-il pour les entreprises agricoles, pour les domaines des concessionnaires, voire même pour la culture quotidienne des produits vivriers? Un nombre tout à fait insuffisant d'indigènes que le climat et l'apathie naturelle ont rendus paresseux,

Fig. 300. — Femme du village de Mongoumba.

qui seront généralement malingres, puisque le Gouvernement et les industriels auront choisi les plus robustes. Dans ces conditions, comment tirer parti des immenses richesses naturelles de l'Afrique Equatoriale? Comme aujourd'hui, des régions entières resteront incultes; comme aujourd'hui, l'Européen en voyage ou l'administrateur en tournée pourront marcher pendant des journées entières sans rencontrer un visage humain.

M. Antonetti a bien compris la gravité troublante de cette situation. Il a dès maintenant réglementé le portage, avec l'intention bien nette de le supprimer. Cela ne sera pas extrêmement aisé, car dans un pays qui n'a ni routes, ni voies ferrées, il faut bien recourir au seul moyen pratique dont on dispose. Il y a cependant quelque chose à faire. « J'ai été impressionné, dit-il, par le spectacle des théories de porteurs qui ravitaillent le chemin de fer à travers le Mayumbé par des chemins abrupts, escaladant les crêtes pour redescendre dans les vallées, véritable route de contrebandiers exigeant un effort considérable et en partie inutile. Il m'a paru impossible qu'un tel état de choses pût durer. Je vais commencer immédiatement une bonne piste n'ayant que des rampes de six, permettant, avec un minimum de fatigue pour le porteur, le ravitaillement des chantiers. » Sans doute, fera-t-il bien et il fera mieux encore s'il élargit la route, comme il en a l'intention, à quatre mètres puis à six, pour permettre d'utiliser des charrettes et de transformer la piste deLoudima en route automobile. C'est ainsi qu'a procédé le Gouverneur Hesling en Haute-Volta et les résultats ont dépassé tous les espoirs. Tout ce qui sera tenté pour améliorer le portage ou même pour le supprimer ne saurait être qu'approuvé, car ainsi seront rendus aux travaux agricoles des milliers d'hommes aujourd'hui accaparés par ce travail inutile et improductif. M. Antonetti y voit aussi un devoir moral et la suppression d'une coutume barbare. Sans doute; mais il me semble qu'il y a là un peu de sensiblerie conventionnelle. J'admire toujours les théoriciens qui, n'ayant jamais quitté la métropole, accusent notre politique coloniale d'être inhumaine et d'employer des porteurs comme s'ils étaient des animaux et qui contemplent d'un œil indifférent les malheureux Français qui, au milieu des embarras de Paris, traînent péniblement des charrettes à bras lourdement chargées, ou qui passent, sans songer à les plaindre, à côté des forts de la Halle soutenant sur leurs larges épaules des sacs de cent kilos.

M. Antonetti se propose aussi, et c'est une mesure nécessaire, de modifier toute la réglementation des prestations et notamment d'exonérer de toutes les obligations de ce genre les femmes qui y étaient astreintes jusqu'à aujourd'hui? Il faut le dire, rien ne sera fait, en A. E. F., comme ailleurs, tant que nous n'aurons pas relevé le sort de la femme indigène encore si misérable et de laquelle dépendent cependant l'avenir et la santé de la race.

Fig. 301. — Huttes indigènes.

La vérité est qu'il faut tout faire pour soulager la grande misère des indigènes dont nous avons la tutelle et pour améliorer une situation que, d'ailleurs, nous n'avons pas créée. Il est bien certain, que manquant d'une nourriture régulière, perdues dans la brousse, en lutte perpétuelle les unes avec les autres, les familles indigènes se sont désagrégées : les villages ont été désertés; de petits groupements se sont établis à une grande distance les uns des autres. Les plus forts sont partis

Digitized by Google

pour chercher un emploi dans les chantiers ou dans le commerce. Notre devoir est donc de reconstituer le village, la famille, de retenir dans leur case, par un bien-être qui ne pourra que s'augmenter par le travail, les indigènes sous notre tutelle éclairée. Aussi M. Antonetti a-t-il raison de songer à ressusciter les chefs indigènes, choisis d'accord avec les habitants du village, mais qui resteront en contact direct et permanent avec nos administrateurs. C'est un simple retour à un état social que les vieux naturels, si tant est qu'il y ait des vieillards avec le régime actuel, ont généralement

Fig. 302. — Mindouli. — Quelques criminels de marque.

connu et dont la désagrégation a été favorisée par l'ignorance où nous avons été au début de notre occupation des véritables lois qui régissent ces sociétés primitives. Au lieu donc de chercher, dans les profondeurs de la brousse mystérieuse, 7 ou 8.000 familles qui s'y dissimulent, y meurent souvent de faim et qui s'ignorent, il sera bien plus utile pour eux, comme pour nous, de les grouper dans quelques villages dont l'emplacement aura été soigneusement choisi et dans lesquels nous pourrons les connaître, les suivre, les instruire et les nourrir. Et certes, il ne s'agit pas là d'un esclavage même déguisé. La beauté de notre œuvre civilisatrice a été de consacrer dans toutes nos colonies la liberté de nos indigènes. Mais n'allons pas trop loin et au nom même de cette liberté, il ne faut pas les autoriser à ne rien faire. Il serait étrange que l'indigène eût le droit sacré de se croiser les bras alors qu'un Français de la métropole n'a pas la possibilité de refuser tout travail sous peine d'être arrêté pour vagabondage. Il ne s'agit pas bien entendu de corrections corporelles, de contrainte par la force ; mais il n'est pas douteux qu'en A. E. F. comme ailleurs, une volonté ferme, patiente et douce de l'administrateur obtiendra le résultat d'où dépend l'avenir de la colonie. Cela, c'est le présent. Plus tard, quand nous aurons pu donner quelque instruction à l'élite indigène, quand nous aurons pu codifier leurs coutumes ancestrales en un droit coutumier corrigé par nos codes métropolitains, quand nous pourrons appeler, comme nous l'avons réalisé en Afrique Occidentale, les meilleurs des chefs indigènes dans nos tribunaux et dans nos conseils, un grand pas aura été fait. Mais ceci sera l'œuvre de demain et si on songe au point d'où nous partons, d'après-demain. Mais le premier geste est fait, et il faut grandement féliciter M. Antonetti d'avoir dès son débarquement tracé avec autant de vigueur que de clarté le programme des réformes sociales indispensables.

Mais pour organiser la population du Congo français, encore faut-il qu'elle existe, or, elle est en voie de disparition et les chiffres que nous avons donnés plus haut en sont une preuve désolante. Les réformes administratives seront bien inutiles s'il n'y a personne à administrer. Or, sans rhétorique et sans exagération, les races se meurent et si nous voulons agir, il est temps, juste temps.

Les causes de cette disparition sont multiples. D'abord, c'est la famine qui tue les noirs de l'A. E. F. ; c'est l'alcool qui dégrade moralement et physiquement l'indigène. Les gouverneurs Angoulvant, Lapalud et Lamblin (dont on ne saurait trop louer l'œuvre admirable au Moyen Congo) avaient pris des mesures énergiques pour lutter contre ces terribles fléaux et obtenir quelques résultats. La surveillance s'est relâchée, et la mortalité est devenue aussi terrifiante que par le passé. Les études des docteurs Calmette, Marchoux et Gouzien qui ont été discutées à l'Académie des Sciences coloniales ont démontré que partout les indigènes ne mangeaient pas à leur faim, qu'affaiblis et malingres ils n'offrent aucune résistance aux maladies nombreuses qui les assaillent ; qu'ils engendrent des enfants dont la moitié au moins périssent, faute de soins, dans la première année de leur naissance ; que mal ou pas vêtus, ils sont décimés par les maladies de poitrine et par la tuberculose. Ajoutons que la syphilis, qui fut sans doute introduite dans le pays par des tirailleurs, a trouvé là un terrain favorable et que par milliers, les indigènes sont enlevés par les complications les plus atroces de cette implacable maladie.

Voilà donc bien des raisons qui expliquent la disparition de cette race réputée autrefois pour sa résistance physique. Ce tableau n'a rien d'exagéré comme l'attestent les rapports médicaux et je ne m'explique guère l'optimisme dont le gouverneur Alfassa a fait preuve dans un article récent. Mais ce qu'il a de terrifiant, c'est qu'il est une autre maladie qui, à elle seule, est plus meurtrière que

Digitized by Google

toutes les autres réunies : c'est la maladie du sommeil.

Qu'est-ce au juste que cette maladie terrible qui impose au malade de longues et de cruelles souffrances et qui se termine invariablement par la mort? D'après les archives médicales elle aurait apparu en Afrique Équatoriale, il y a environ vingt ans. Trouvant sans doute dans ce pays peu sain et mal surveillé un terrain d'élection, elle se développa avec une foudroyante rapidité, si bien que, dès 1917, M. Merlin prenait l'initiative d'organiser des secteurs de prophylaxie qui furent remaniés en 1921 par M. Augagneur qui fut, jadis, on le sait, professeur à la Faculté de Lyon. Ce qu'on en sait exactement se réduit en somme à peu de chose. Il est acquis aujourd'hui qu'elle est déterminée par la présence, dans le sang et dans la lymphe de l'individu contaminé, d'un microbe qui a reçu le nom barbare de « Trypanosama Gambiense »; qu'elle est inoculée à l'homme par une mouche tsé-tsé prénommée scientifiquement la « glossina palpatis ». Cet insecte se distingue nettement des autres mouches par la disposition de ses ailes en ciseaux ; ce qu'on sait enfin c'est que la maladie, curable dans la première période, est invariablement mortelle dans la seconde. Toutefois, il existe un remède qui a été découvert par les médecins français, bien que les savants allemands proclament effrontément que cette découverte leur appartient, ce remède c'est l'atoxil à base d'arsenic. Depuis que dans les cantons les plus éprouvés on a entrepris de vacciner les indigènes, même sains en apparence, avec des injections d'atoxil, on a pu constater que la maladie devient plus rare et en tout cas, moins redoutable ; dans certains villages, elle a même complètement disparu. Depuis, l'Institut Pasteur et l'École de médecine de Marseille ont poursuivi dans leurs laboratoires des recherches méthodiques qui semblent démontrer que la maladie est à la veille d'être vaincue.

Dans le bassin de l'Ogooué la mouche tsé-tsé est souveraine. Des villages entiers ont été en quelques mois vidés de leurs habitants ; les rives des cours d'eau sont désertes car les habitants, pour fuir la mouche tsé-tsé, qui recherche les flaques d'eau, les étangs et les marécages, ont émigré sur les hauteurs. Aux environs de Franceville, même spectacle de désolation et d'abandon. Le décor est séduisant, mais quel est l'état sanitaire? D'après le rapport du médecin-major Guillet, la maladie du sommeil est de beaucoup le fléau le plus important puisqu'elle atteint 10 % de la population dans la région des Awandjis ; cette proportion s'élève à 15 % sur la lisière de la grande forêt ; à 35 % dans la forêt même et sur les bords de la Louessé où habitent les Batchangis, cette proportion dépasse 50 %. C'est toute une bataille à engager avec cette maladie et aussi avec les autres. Elle sera longue, elle sera pénible, mais de l'avis de tous les spécialistes elle doit se terminer par le succès. Déjà, avec les moyens insuffisants dont ils disposent, nos administrateurs, bien que très exposés eux-mêmes, la poursuivent avec un courage et une énergie auxquels on ne saurait trop rendre hommage. Mais il ne faut plus d'efforts dispersés ; seule une offensive de grande envergure et menée à la fois sur tous les points contaminés peut rendre à cet immense pays sa salubrité d'autrefois.

Il serait très injuste de ne pas constater que M. Daladier a vu nettement ce qu'il y avait à faire : il a pris lui-même l'initiative d'une véritable croisade médicale. Il a demandé au Gouvernement Général de l'A. O. F. de prêter à son collègue de Brazzaville quelques-uns des médecins indigènes que Dakar fournit depuis trois ans par promotion de quarante à cinquante ; il a même fait appel à des médecins étrangers (presque tous d'origine russe

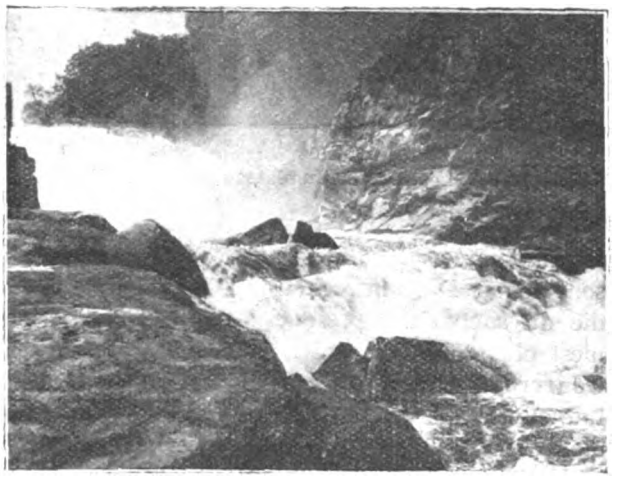


Fig. 303. — Chute de la Foulakari.

puisque le recrutement des médecins français devient de plus en plus difficile. La fondation que viennent de créer les amis du grand colonial Etienne, se propose de son côté d'envoyer en A. E. F. des infirmiers, des infirmières, des médecins, et les fonds nécessaires à l'installation de dispensaires et d'infirmeries dans les endroits les plus particulièrement menacés. Mais la situation est si grave que certains sont allés plus loin, et ils ont proposé de renoncer résolûment pendant quelques années à toute tentative de colonisation dans ce pays maudit et de le transformer en un vaste hôpital ; de mettre à la tête de chaque cercle un médecin qui serait chargé en même temps des fonctions d'administrateur et de confier le gouvernement général à un médecin réputé. Ce serait,

Digitized by Google

il est vrai, un remède héroïque, mais je ne crois pas à son efficacité. Je suis bien persuadé que le professeur Augagneur, qui fut justement gouverneur général du Congo, est de mon avis.

On le voit, la situation est mauvaise, inquiétante, mais elle n'est nullement désespérée. En somme, c'est beaucoup que de connaître l'étendue du mal et les moyens d'y remédier. Les indigènes du Congo souffrent de la faim, il faut les nourrir ; l'isolement leur est funeste, il faut les grouper ; ils sont malades, il faut les guérir. Certes, cela demande du temps,

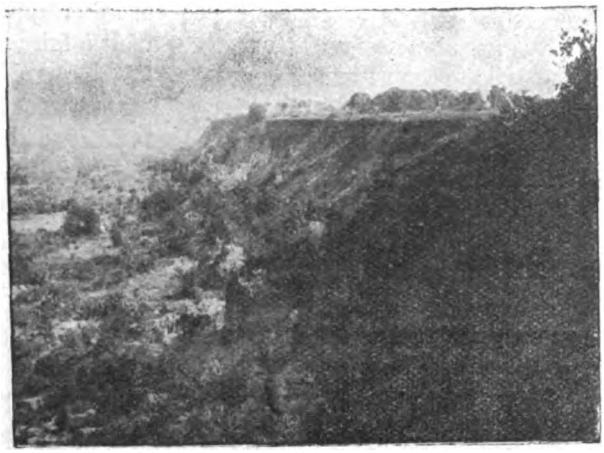


Fig. 304. — Les Éboulis du plateau côtier des Bawilis.

de la volonté et de l'argent ; mais déjà des résultats sont acquis. Dans la région de l'Oubangui, la maladie du sommeil a presque disparu et la variole n'est plus qu'un souvenir. Pourquoi? Parce que le Gouverneur Lamblin, dont j'ai déjà cité le nom, a fait ouvrir un réseau de routes automobiles vraiment admirables qui permet au personnel médical, même restreint, de courir rapidement aux foyers d'infection avant qu'ils ne s'étendent et de les étouffer sur place. Ce que M. Lamblin a pu réaliser dans une région donnée, M. Antonetti veut le faire sur toute l'étendue du territoire. Il a déjà commencé, et il sait qu'il peut compter sur le concours absolu du Gouvernement et de l'opinion publique, des corps médicaux et commerçants. Il faut en un mot, et on le peut, réveiller des races qui s'éteignent, accroître la natalité et combattre efficacement la mortinatalité ; il faut, suivant le mot énergique et pittoresque de M. Carde, « faire du nègre ».

***

La mise en valeur d'une colonie exige avant tout des moyens pratiques de communication. Or, l'Afrique Équatoriale, sauf dans l'Oubangui où le gouverneur Lamblin a pu, je l'ai dit, établir des routes assez solides pour résister aux pluies et accessibles aux automobiles, n'a partout ailleurs que des sentiers et des pistes à travers la brousse où circulaient, les uns dans les pas des autres, des porteurs portant sur leur tête des charges d'une trentaine de kilos. Dans ces conditions, et si on considère la nécessité d'accorder aux porteurs un repos horaire, de traverser les cours d'eau souvent grossis par les pluies, des pentes rudes à gravir et l'obligation de se créer à coups de machete une entrée dans d'inextricables fourrés, il n'est pas possible, dans ces conditions, d'engager des transactions commerciales utiles. Un seul moyen, l'exemple de l'Afrique Occidentale, est là pour le prouver : le chemin de fer.

Sans doute, notre Congo est desservi par un admirable réseau fluvial qui a cessé malheureusement d'être navigable à 400 km. de l'Océan, ce qui le rend pratiquement inutilisable. La distance est grande entre le fleuve et le rivage et ne saurait être franchie pour le transport des marchandises que par une voie ferrée.

Tel est le fait qui domine tous les autres.

Cette vérité est tellement éclatante qu'elle a été reconnue par tous les gouverneurs qui se sont succédé en A. E. F., mais, comme l'a dit excellemment M. Antonetti, « voilà trente ans que nous tournons dans un cercle vicieux. L'Afrique Équatoriale ne se développera que lorsqu'elle aura un chemin de fer, seul moyen d'exportation ; mais pour le faire, il faut des ressources et elle n'aura des ressources que lorsque le chemin de fer sera fait ».

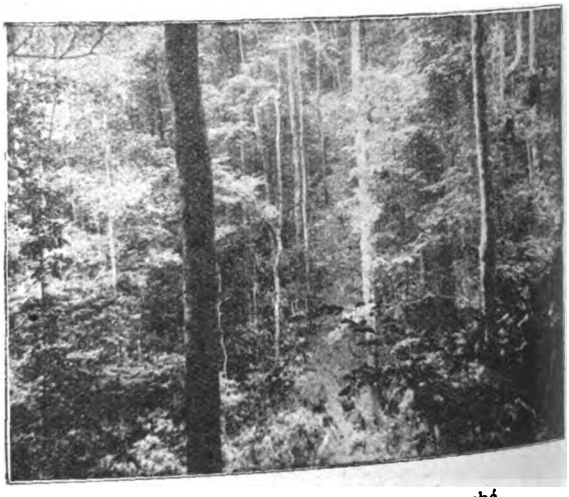


Fig. — 305. — Forêt de Mayombé.

M. Milliès-Lacroix, le premier ministre qui se soit vraiment occupé du Congo, avait, dès 1909, présenté au Parlement un projet d'emprunt de 21 millions destiné aux premières études ; en 1914,

Digitized by Google

deuxième emprunt de 171 millions pour commencer les travaux. Puis la guerre.

Six ans de retard, mais en 1922, sur l'initiative tenace de M. Augagneur encouragé par la volonté de M. Sarraut, les travaux commencent, non sans discussions ni sans protestations. On discute sur le point choisi pour la construction du port futur; on critique les tracés; on oppose les intérêts de certains concessionnaires aux intérêts de certains autres. Enfin les travaux sont commencés, et à l'heure où nous sommes, voici où ils en sont. Du côté de Brazzaville, la plate-forme du chemin de fer construite à l'avancement est terminée au kilomètre 60 et très avancée jusqu'au kilomètre 75. Du côté de l'Océan, la plate-forme est terminée jusqu'au kilomètre 55 et commencée au kilomètre 70; au total 135 kilomètres sont achevés. Il reste donc à construire 390 kilomètres, dont 150 dans la plaine du Niari n'offriront aucune difficulté. On compte que la ligne pourra être mise en service dans cinq ans. C'est beaucoup pour ceux qui attendent, mais c'est peu pour l'œuvre à accomplir.

Encore faut-il que ces travaux ne soient pas interrompus. Or, ils l'ont été pendant quelques mois et sans le Ministre des Colonies, M. Daladier, qui de nouveau a fait preuve en cette circonstance de clairvoyance et de volonté, et qui a su lutter contre ses collègues farouches gardiens des deniers publics, ils le seraient encore. C'est que de 1919 à 1921, le franc a subi la baisse rapide dont nous souffrons; les 171 millions de l'emprunt en représentaient à peine cinquante et pour réaliser le projet dans son intégralité, il en fallait 300. Qui les donnerait? L'A. E. F. dont le budget est en déficit chronique, en était parfaitement incapable. C'était à l'État qu'il fallait recourir. Heureusement que le Parlement particulièrement bien documenté a compris qu'il y a des dépenses qui représentent des recettes futures et les 300 millions ont été accordés.

C'est qu'en effet, il s'agit en l'espèce d'une immobilisation du capital et non d'une dépense sans compensation. Ce chemin de fer donnera à l'immense bassin du Congo une porte sur la mer; il ouvrira un prodigieux réservoir de matières premières; il assurera des droits de douane à la colonie qui pourra enfin exporter et mettre en valeur son domaine; il enrichira ses populations indigènes en leur assurant une vie meilleure. Si le chemin de fer Dakar-Saint-Louis, simple voie ferrée d'intérêt local reliant à travers les sables et sur une courte distance de 20 kilomètres les deux villes de Dakar et de Saint-Louis a été, à la surprise générale, une opération merveilleuse, que ne peut-on espérer d'une ligne qui met en relations directes l'immensité du bassin du Congo avec l'Océan?

Encore faut-il que ce chemin de fer aboutisse à un port; or, ce port n'existe pas et le rivage de Pointe-Noire est jusqu'à présent désert. Il faut improviser toute une ville et, dans ce but, trente-cinq millions ont été réservés sur l'emprunt de 300 millions. Qu'il eût mieux valu aboutir à Banda Noire au lieu de Pointe-Noire; qu'il eût mieux valu diriger le chemin de fer plus au Nord, cette discussion est devenue oiseuse puisque la décision est prise. Déjà est commencé un appontement en

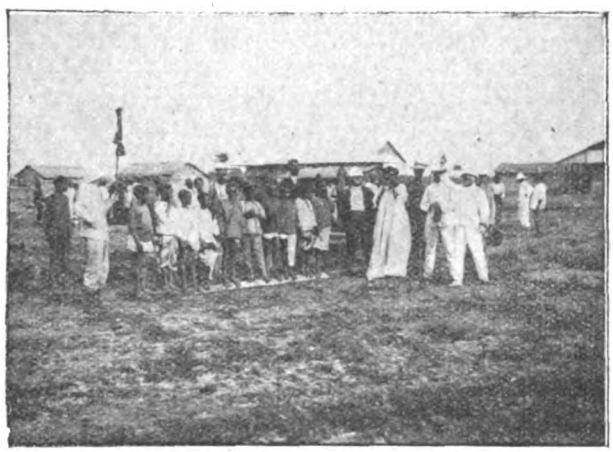


Fig. 396. — Le 14 juillet 1911, à Pointe-Noire. Un départ de course.

béton armé pourvu de huit grues qui permettra le transit de cent mille tonnes, chiffre suffisant pendant la période de construction de la voie ferrée. L'étude du port va être complétée et les travaux seront poursuivis par étapes successives. Déjà Pointe-Noire, et c'était une question essentielle, va être pourvue d'eau en abondance, de sorte que d'ici deux ans, les navires qui ne trouvaient plus d'eau sur la côte depuis Conakry, pourront s'y ravitailler.

Tel est l'instrument indispensable qui se forge actuellement en Afrique Équatoriale. Sans doute, des routes solidement construites viendront aboutir au Nord et au Sud de la ligne ainsi que cela s'est réalisé pour le Thiès-Kayes et pour la ligne de Conakry-Niger; ce seront des affluents qui apporteront dans les gares les produits cultivés dans l'intérieur; mais l'essentiel, le fait dominant, c'est qu'enfin notre Afrique Equatoriale sera libérée et aura un accès facile et rapide sur la mer libre.

***

Il semble que la nécessité de ce chemin de fer ne peut se discuter. Il y a cependant encore des sceptiques qui estiment que ce travail coûteux et difficile était bien inutile, puisque nous pourrions à bien meilleur marché exporter nos produits par le

Digitized by Google

chemin de fer belge de Kinshassa à Matadi. On sait, en effet, que sur l'initiative hardie du colonel Thys et avec la protection agissante du roi Léopold, nos voisins et amis du Congo belge, comprenant avant nous la nécessité de débloquer leur colonie, ont construit de 1887 à 1895 une voie ferrée de 390 kilomètres aboutissant au port de Matadi sur le Congo, accessible à cet endroit aux plus gros navires. Il n'est pas douteux non plus que pendant longtemps nous avons utilisé cette voie large seulement de 75 centimètres, pour notre exportation d'abord, et ensuite pour notre ravitaillement.

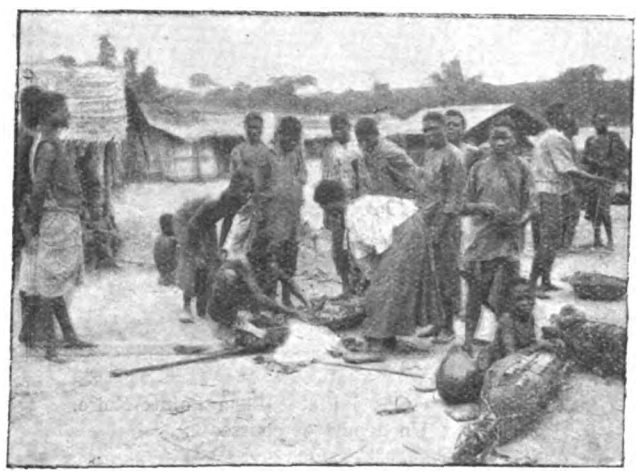


Fig. 307. — Marché de Ma ioc.

Mais peu à peu le trafic a augmenté ; chaque année le tonnage des marchandises belges à évacuer est devenu plus considérable et, depuis 1923, ce chemin de fer est totalement embouteillé. Si ce joujou mécanique ne peut pas même exporter 80.000 tonnes par an, alors qu'il faudrait en transporter plus du triple, quel espoir pourrons-nous conserver d'évacuer par cette voie nos propres marchandises? Il arrive même que nos commerçants de Brazzaville se trouvent pour ainsi dire forcés de vendre leurs produits aux maisons de commerce de Kinshassa qui naturellement les transportent à l'étranger au détriment de l'économie française. Rien donc à espérer.

La situation est telle que la Belgique va entreprendre, elle aussi, la reconstruction de sa ligne en portant l'écartement des rails à 1 m. 67, ce qui équivaut à dire qu'elle va construire une voie nouvelle. Cette formule a de quoi surprendre ; car il semblait que les voies africaines qui seront fatalement amenées à se raccorder entre elles devaient toutes être construites à un mètre. La décision prise par les Belges ne s'explique guère. Elle est d'autant plus regrettable qu'elle nous force à construire notre propre chemin de fer avec le même écartement. Pourquoi? Parce que nous envisageons, d'accord avec le Ministre des Colonies de Bruxelles, la jonction de la ligne belge à la ligne française par un pont qui traverserait le Congo à Kinshassa. Le projet est certes intéressant, mais ne pourrait-on obtenir que l'idée de la voie de 1 m. 67 fût abandonnée et qu'on revînt à la voie classique de 1 mètre, ce qui permettrait ultérieurement la jonction de Brazzaville-Océan avec les chemins de fer du Cameroun? Peut-être est-il temps encore.

En tout état de cause, il est légitime, il est nécessaire même que nous nous mettions d'accord avec nos voisins Belges. Pour d'impérieuses raisons géographiques et économiques, les deux Congos ne pourront prospérer que s'ils savent conjuguer leurs efforts et associer leurs intérêts. C'était déjà la pensée de Van Vollenhoven et du Gouverneur Belge Moulaert ; c'était aussi l'idée de M. Merlin et c'est la thèse qu'ont successivement soutenue avec vigueur et précision, l'ancien ministre Lebrun et le gouverneur Delafosse dans le *Bulletin de la Société Belge d'Etudes et d'Expansion* ».

« L'immense étendue des terres qui constitue la colonie belge ne se relie à la mer que par quelques kilomètres de côte compris entre l'enclave portugaise de Cabinda et l'Angola. Il est vrai que dans la partie ainsi délimitée se trouve l'embouchure du majestueux Congo ; mais cette route liquide se termine en amont de Matadi et ne constitue en somme qu'un étroit goulot. La France au contraire se développe parallèlement à l'Océan ; mais en dehors de l'estuaire du Gabon qui est privé de communications avec la mer, il n'existe que des mouillages peu sûrs et peu fréquentés ». Conclusion logique : la Belgique possède une immense colonie intérieure, riche au point de vue agricole comme au point de vue minier, mais sans sortie commode vers la mer, et la France une zone maritime sans communications utiles avec l'intérieur. Il en résulte que l'Afrique Équatoriale Française est, jusqu'à ce que la situation se modifie, tributaire du Congo belge. Il ne faut pas perdre de vue non plus que la limite des deux colonies est constituée sur plus de 500 kilomètres par le thalweg du Congo d'abord et de son affluent l'Oubangui ensuite ; que sur les deux rives habitent des indigènes de mêmes races et de mêmes mœurs ; que ces indigènes, profondément ignorants des conventions diplomatiques, se considèrent comme des frères et que la barrière conventionnelle qui les sépare est pour eux inexistante.

Ceci étant admis, il devient évident que la prospérité des deux pays ne sera assurée qu'autant qu'une entente parfaite s'établira entre le France et la Belgique. Il n'y a pas de honte à avouer que par suite des circonstances que nous avons exposées,

Digitized by Google

le Congo belge est plus avancé que nous dans la mise en valeur de ses territoires et que son activité industrielle attire de plus en plus vers les mines de Katenga ou vers les chantiers de l'exploitation des bois les indigènes désireux de gagner leur vie. Mais, d'autre part, le Congo français est essentiellement agricole ; il peut produire en abondance des céréales, des fruits, du bétail et s'il en a si peu produit jusqu'ici, en dépit de la richesse prodigieuse de son sol, c'est, en partie qu'il n'en a pas l'écoulement. Supposons, au contraire, qu'une entente intervienne entre les deux pays, que nos indigènes agriculteurs vendent aux indigènes ouvriers de l'État Belge leurs produits agricoles, qui ne voit que tous les intérêts seraient ainsi solidarisés ? Si jamais le principe « do ut des » doit être mécaniquement applicable, c'est bien dans le cas qui nous occupe. Pour obtenir ce résultat désirable, il suffirait, dit encore Delafosse, que les gouverneurs des deux colonies se fissent régulièrement part de leurs vues générales et ne décidassent aucune mesure pouvant avoir des répercussions importantes sur le voisin sans avoir pris l'avis de celui-ci et sans tenir compte de cet avis aussi largement que possible ».

C'est ainsi, par exemple, que nos voisins envisagent la possibilité de la construction d'une ligne franco-belge de Mindouli-Boma, destinée à décongestionner la ligne Matadi-Kinshassa. Elle pourrait également permettre d'introduire en A. E. F. les matériaux de construction nécessaires à la ligne Brazzaville-Océan. Mais, d'autre part, ne pourrait-on pas craindre que cette voie ne détournât une partie du trafic prévu pour Pointe-Noire au profit du port belge de Bama ? La question est donc complexe et ce serait peut-être l'occasion d'instituer une commission composée de techniciens des deux pays qui examineraient amicalement le problème et décideraient de la solution à prendre.

***

On le voit. Après une torpeur qui a duré près de cinquante ans, notre Afrique Équatoriale semble se réveiller, secouer son apathie et préparer un avenir meilleur. Le Gouvernement français a compris le devoir strict qui s'impose à lui de donner à cette immense colonie les moyens pratiques de jeter dans la circulation les richesses latentes qu'elle recèle sans profit pour personne, et l'obligation plus étroite encore de sauver une race qui se meurt faute de soins. Intérêt matériel et devoir moral s'unissent pour exiger une action rapide et féconde. Rappelons-nous les fortes paroles d'Albert Sarraut : « Il faut craindre qu'à une époque où les matières premières vont manquer dans le monde entier, la conscience des peuples ne nous reproche amèrement de ne pas nous être acquittés de l'obligation qui pesait sur nous et de la responsabilité que nous avions acceptée.

« Si vous n'êtes pas capables de mettre en valeur les territoires sur lesquels flotte votre drapeau, alors rendez-les à ceux qui pourront réaliser ce que vous ne pouvez faire ». Et qui donc pourrait trouver injuste un tel verdict? N'est-ce pas après avoir constaté que l'Allemagne n'avait su ni utiliser ses colonies, ni améliorer le sort des indigènes que le traité de Versailles a partagé le Cameroun et le Togo entre l'Angleterre et nous? Ne nous exposons pas à pareille humiliation. Mais ceci est de l'histoire rétrospective. Aujourd'hui, l'œuvre si longtemps retardée est commencée. Nous avons entrepris une croisade médicale contre toutes les maladies qui déciment ces malheureuses populations ; des décisions récentes organisent les indigènes, les associent à notre action et garantissent leur liberté en même temps qu'elles défendent la mère et l'enfant? La colonie débloquée aura dans cinq ans accès sur le vaste Océan et une voie de chemin de fer construite grâce aux sacrifices de l'État apportera sur son trajet et l'activité et la vie. Il nous reste à souhaiter que M. Antonetti ait la volonté de se consacrer pendant longtemps encore à la mission difficile mais captivante qu'il a acceptée et que tous ses actes soient dans l'avenir aussi utiles que les premiers. Moyennant quoi, nous pensons, comme nous l'avons dit au début de cet article, que notre Afrique Équatoriale entre désormais en convalescence.

Camille GUY,
Gouverneur des Colonies.

J. O. de l'A. E. F. — Discours de M. Antonetti ; procès-verbaux *de la Section A. E. F. de l'Union coloniale* ; Communication du Gouverneur général ; *Bulletin du Comité de l'Afrique française* (numéros de juin à novembre 1924). *Bulletin de la Société belge d'études et d'expansion* ; *Dépêche coloniale* (28 novembre 1924). *La Géographie*, nos de janvier et de juin 1924. *Publication de l'Agence économique de l'A. E. F.* L'Afrique Equatoriale Française et le chemin de fer de Brazzaville-Océan ; Mirabel, notes manuscrites.

Digitized by Google

REVUE INDUSTRIELLE

DÉCHARGES ÉLECTRIQUES DANS UN TUBE OU DANS UNE AMPOULE, UTILISÉS POUR L'ÉCLAIRAGE.

Il existe, pour la transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse, deux catégories principales d'appareils : les lampes à incandescence et les lampes à arc.

L'emploi de filaments de terres rares dans la lampe Nernst, de fils minces de feldspath, dont le spectre est très réduit dans l'infra-rouge, mais surtout la substitution du tungstène au carbone pour la fabrication de fils très fins, de 20 à 30 μ, dont la volatilisation est empêchée par la tension des gaz inactifs introduits dans l'ampoule, attestent les progrès des lampes à incandescence, tels que l'on a pu, non seulement réduire la consommation à 0,7 watt par bougie, mais encore élever l'éclat intrinsèque du filament à 10 bougies par millimètre carré et porter l'intensité d'une seule lampe à plus de 10.000 bougies décimales, intensité qui suffit à l'illumination de phares maritimes puissants.

Cependant lorsqu'il est nécessaire de réaliser pour la marine, pour la guerre, particulièrement pour la défense contre aéronefs, des projecteurs intensifs, il convient de prendre comme source lumineuse, un arc dont le cratère peut briller à raison de 300 bougies par *millimètre carré*, éclat intrinsèque susceptible d'être porté, à 500 dans la lampe Sperry, à 690 dans la lampe Garbarini et d'atteindre 1.000 *bd /mm²* dans certains arcs à *déflection magnétique.*

Mais il est difficile, avec un arc électrique, d'obtenir une source à la fois ponctuelle et intense, particulièrement utile dans les laboratoires pour l'éclairage de l'ultra-microscope, pour la microphotographie et, en général, pour la projection des images. L'éclat dépend de la densité et de l'intensité du courant et les arcs les plus brillants ne sont, ni très maniables; ni très stables en dépit de leurs régulateurs perfectionnés; les cratères lumineux n'ont pas des dimensions négligeables et, en outre, les radiations calorifiques ainsi que les vapeurs émises soumettent à une rude épreuve les réflecteurs en métal ou les condensateurs en verre des appareils optiques.

Il est assez surprenant que les progrès à ce point de vue découlent de l'éclairage par *luminescence* caractérisé précisément par un éclat relativement faible.

Arc au mercure, au cadmium ou aux vapeurs salines

Les chercheurs ont eu, d'abord, un objectif différent : réaliser une source lumineuse économique, sans se soucier des dimensions apparentes.

Entre deux électrodes de mercure (l'une d'elles pouvant être remplacée par une électrode de fer) peut jaillir, dans un tube vide d'air, à travers la vapeur de mercure, un arc de 1.200° C. de température maximum, dont toute la lumière par conséquent est due à la *luminescence.*

L'allumage exige le basculement de la lampe ou certains dispositifs accessoires qui reviennent au même.

Si l'on « pousse » la lampe, le rendement augmente; si l'on continue, le rendement baisse et si l'on persiste, les pressions et les températures suffisent à la fusion du verre; il faut employer du quartz fondu qui rougit sans perdre sa rigidité, mais il faut arrêter, à l'aide d'un globe de verre, les rayons ultra-violets, très dangereux pour la vue, à moins qu'on ne veuille se servir de l'arc pour détruire les bactéries et stériliser l'eau.

Mais, pour des intensités de l'ordre de 1.000 bougies décimales, la consommation n'est que de 0,25 watt par bougie et cette lampe est l'une des plus économiques.

En dehors de son faible éclat intrinsèque, le grand inconvénient de cette lumière est d'être dépourvue de rayons rouges : elle donne aux objets une apparence extraordinaire, de sorte qu'on a dû remplacer le mercure par le cadmium.

Nernst a imaginé les lampes à vapeurs salines obtenues en ajoutant, au mercure, des chlorures : de zinc (70 %), de calcium (15 %), de thallium (5 %), de lithium (5 %) et de cœsium (5 %). Le spectre de ces vapeurs se compose avec celui des vapeurs de mercure pour donner une lumière blanche de 3.000 bougies d'intensité moyenne, avec une consommation de 0,18 watt par bougie.

Il existe d'ailleurs un autre moyen de réaliser la lumière blanche, c'est de combiner les arcs au mercure avec des tubes luminescents donnant des radiations rouges-orangées. M. Georges Claude vient d'ailleurs de perfectionner ce dispositif.

Tubes a gaz.

On ne peut obtenir une décharge électrique dans un gaz raréfié sans mettre en jeu une tension élevée; l'opération est d'un mauvais rendement lumineux, la température des électrodes est trop basse pour intervenir et la luminescence produite est d'assez médiocre éclat.

Moore employa des tubes de 4 à 5 centimètres

Digitized by Google

de diamètre et d'une centaine de mètres de longueur qui renfermaient de l'azote et de l'acide carbonique dont la pression était voisine d'un dixième de millimètre de mercure.

La tension électrique était élevée à l'aide d'un transformateur, à 3.600 volts pour un tube de 6 mètres, à 18.000 volts pour un tube de 60 mètres.

Mais les électrodes absorbaient bientôt le gaz, l'éclat baissait avec la pression et il fallait employer une petite pompe commandée par un électro-aimant pour maintenir dans le tube une pression constante à un centième de millimètre près.

Les tubes à gaz carbonique donnent une lumière blanche ; les tubes à azote, une lueur rose. Dans les deux cas, le rendement est médiocre : on dépense au moins deux watts par bougie. L'intensité est de 40 bougies par mètre courant, de sorte que l'éclat d'un tube carbonique n'est que seize centièmes de bougie par centimètre carré.

Un grand progrès fut réalisé par Claude avec le *néon*. La résistance ohmique de ce gaz étant 77 fois moindre que celle de l'air, il suffit d'une tension électrique modérée pour obtenir une décharge, même sous une pression dix fois plus forte que celle de l'azote dans le tube Moore : 1.000 volts suffisent pour 6 mètres de tube donnant 200 bougies par mètre avec une consommation de 0,6 watt par bougie.

Tout cela n'a pas été obtenu sans difficulté. Les électrodes absorbent le néon, tendent à se volatiliser en formant un dépôt miroitant sur le tube : il faut augmenter leur surface afin de réduire la volatilisation. Les tubes restent alors identiques pendant un millier d'heures après formation, c'est-à-dire absorption préalable des gaz des électrodes et du verre à l'aide du charbon, contenu dans une ampoule auxiliaire, soudée au tube et refroidie à l'air liquide.

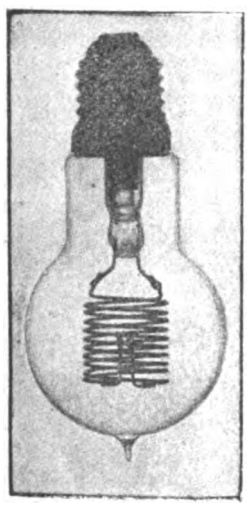


Fig. 308. — Lampe de nuit (Lampe à lueur)

Si la lumière rouge-orangée des tubes est agréable l'emploi d'un transformateur de courant alternatif à assez haute tension, entraîne cependant un papillotage désagréable.

Remarque sur les tubes a décharge électrique. — L'expression « tube à décharge électrique » peut laisser croire que la décharge se fait dans un gaz. Au contraire, dans une série d'applications, il faut un vide aussi parfait que possible.

Nous allons examiner, à titre d'exemple, deux tubes de fabrication hollandaise, qui produisent des effets essentiellement différents.

Lampe a lueur.

La décharge électrique peut apparaître, en effet, sous différentes formes.

L'une d'elles, la décharge à lueur des tubes de Geissler, présente près de la cathode, après l'espace sombre de Crookes, une région lumineuse, dite *négative*, puis une région relativement sombre, appelée espace sombre de Faraday et enfin une colonne lumineuse s'étendant jusqu'à l'anode et appelée *colonne positive*, colonne qui constitue la lumière *Moore*, par exemple.

Cependant la région négative peut être employée comme source lumineuse.

Il en est ainsi dans la lampe « à lueur » employée comme veilleuse où la région lumineuse positive ne joue aucun rôle.

L'aspect de cette lampe est donné sur la figure 308.

Les deux électrodes, spirales de fer enroulées l'une sur l'autre, sont munies aux extrémités d'une petite plaque de *magnésium*.

Dans le culot de la lampe se trouve une résistance qui, nous le verrons plus tard, est indispensable au bon fonctionnement. L'ampoule est remplie de *néon* à la pression de 1 à 2 centimètres.

Branchées sur courant alternatif, les deux spirales apparaissent en rouge ; sur courant continu, seule la cathode est lumineuse. La lumière provient donc de la région négative ; le spectre est un spectre de raies où dominent les raies rouges caractéristiques du néon mais où l'on peut trouver, également, quelques raies bleues qui appartiennent à l'*hélium* : le néon extrait de l'air atmosphérique par le procédé cyrogène est, en effet, mélangé d'un peu d'hélium.

Une telle lampe est évidemment bien différente d'une lampe à incandescence.

Dans cette dernière si l'on diminue le courant, le filament rougit et l'intensité lumineuse décroît

Digitized by Google

jusqu'au moment où la température est telle que tout rayonnement visible disparaît.

Dans une lampe à lueur, le phénomène est tout autre.

Si l'on diminue le courant, la lumière persiste et la diminution du flux lumineux n'est due qu'à la diminution correspondante de la surface d'émission. Plus on diminue le courant et plus petite devient la partie lumineuse voisine de l'électrode, mais tant que le courant persiste, la lampe luit.

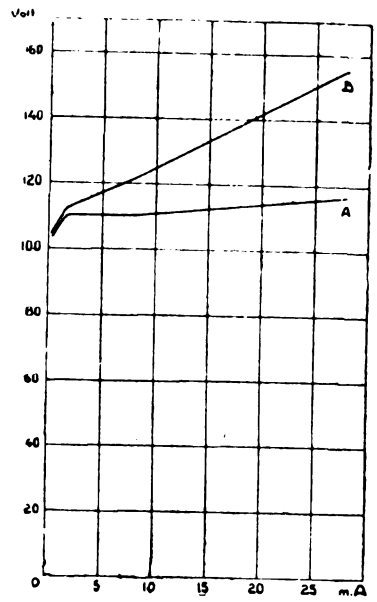


FIG. 309. — Caractéristiques de la lampe à lueur : A. — avec résistance ; B. — sans résistance.

La figure 309 représente deux courbes caractéristiques donnant le voltage en fonction de l'intensité, cela pour une lampe de nuit destinée à être alimentée normalement en courant continu sous 150 volts.

La courbe inférieure A enregistre le fonctionnement de la lampe sans la résistance additionnelle dont nous parlions plus haut, courbe presque horizontale et par conséquent caractéristique faiblement positive.

Il en résulte qu'on ne pourrait brancher, telle quelle, la lampe sur un réseau : une petite élévation de tension entraînerait une très grande augmentation d'intensité capable de briser la lampe.

Au contraire, avec une résistance additionnelle, la caractéristique B est nettement positive et l'on peut ainsi brancher une lampe à lueur sur un réseau ordinaire.

Il nous reste maintenant deux points importants à examiner :

1° Choix du gaz remplissant l'ampoule ;

2° Nature des électrodes.

1° *Choix du gaz.* — Le gaz doit permettre l'établissement et l'entretien de la décharge sous des tensions normales.

Si l'on prenait l'hydrogène ou l'oxygène, ou d'autres gaz analogues, on n'obtiendrait, sous 220 volts, aucune trace de décharge : il faudrait élever la tension — et de beaucoup — pour faire fonctionner la lampe.

Il faut donc rechercher un gaz donnant une décharge pour le plus petit voltage possible. Comme la décharge dans un gaz dépend de l'*ionisation* (c'est-à-dire de la décomposition de la molécule en un électron et un ion) il faut choisir un gaz dont l'ionisation se produise à basse tension.

D'autre part, l'ionisation paraît la conséquence du choc des électrons à vitesse rapide contre les molécules.

Dans le cas du néon, par exemple, si l'on accélère la vitesse à l'aide d'un champ électrique, l'électron ayant parcouru une différence de potentiel de 22 volts acquerra une vitesse suffisante pour ioniser un atome, au-dessous de cette vitesse, pas d'ionisation. Chaque gaz a ainsi un potentiel d'ionisation et il faut choisir un gaz dont le potentiel d'ionisation soit faible.

Mais un autre facteur joue encore un grand rôle.

Lorsqu'un électron se meut dans un gaz sous l'influence d'un champ électrique, il rencontre beaucoup de molécules et il perd, dans chaque choc, une partie de sa vitesse.

Il existe toutefois des gaz dans lesquels l'électron perd relativement peu d'énergie, gaz qui donnent lieu à des chocs *élastiques*. C'est dans ces gaz que l'électron réalisera plus facilement la vitesse minimum indispensable.

En résumé, si l'on veut un gaz où la décharge soit facile, il faut un gaz :

a) qui ait un faible potentiel d'ionisation ;

b) qui se comporte élastiquement dans les chocs des électrons.

C'est ainsi que se comportent les gaz *nobles* et les vapeurs métalliques. Malgré un potentiel d'ionisation plus élevé, on prend les gaz nobles d'un maniement plus pratique.

Si dans la catégorie des gaz nobles, on préfère le néon à l'argon, pourtant plus facile à fabriquer, c'est que les raies spéciales du néon se trouvent, en majorité, dans la partie utile du spectre, tandis que celles de l'argon n'y sont pas. Cependant un faible pourcentage d'argon permet de fonctionner sous un voltage beaucoup plus bas qu'avec le néon seul.

Cela tient au faible potentiel d'ionisation de l'argon.

Ainsi ont été construites des lampes à lueur pour courant continu à 100 volts et pour courant

Digitized by Google

alternatif à 150 volts. Il est d'ailleurs avantageux d'employer des tensions un peu supérieures.

2° *Nature des électrodes.* — Le choix judicieux des électrodes (et particulièrement de la cathode) est très important dans la réalisation des décharges sous des voltages relativement faibles.

Par exemple des électrodes de magnésium sont bien préférables à des électrodes en fer.

Considérons, en effet, ce qui se passe dans la lampe pendant la décharge.

Les électrons et les ions qui se trouvent dans le gaz ionisé se meuvent, sous l'influence du voltage appliqué, dans des directions opposées : les électrons se dirigent vers l'anode tandis que les ions positifs se rendent à la cathode où ils sont neutralisés.

Mais avant cela, ces ions positifs frappant la cathode, peuvent en chasser les électrons de cette cathode qui se dirigeront alors vers l'anode et qui pourront ainsi, dans leur parcours, donner lieu à d'autres ions positifs.

Ce phénomène qui entretient la décharge en facilite aussi l'établissement.

On comprend ainsi que le métal de la cathode ne soit pas sans influence : les ions positifs libèrent d'autant mieux les électrons de la cathode, que celle-ci abandonne plus facilement ses électrons ou, pour plus de précision, d'autant plus que l'énergie nécessaire pour enlever un électron de la cathode est plus petite.

Le magnésium est le métal le plus recommandable ; il suffit, bien entendu, d'en garnir les extrémités des électrodes.

Ces électrodes ne peuvent se briser à la manière des filaments de tungstène des lampes à incandescence mais elles peuvent lentement se désagréger sous l'influence des décharges successives et les particules détachées viennent noircir l'ampoule. Pour retarder ce moment, il suffit d'augmenter les surfaces des électrodes.

L'intensité d'une lampe de nuit est voisine d'une bougie décimale et sa consommation totale, qui dépend du voltage, ne dépasse pas 4 watts-heure, de sorte que cette lumière est très économique.

Nous allons examiner maintenant une application bien différente des décharges électriques en vase clos.

LAMPE A ARC DE TUNGSTÈNE

Tandis que dans la « lampe à lueur » c'est le gaz qui devient lumineux par la décharge et qui donne un spectre de *raies*, dans la lampe à arc, ce sont les électrodes qui, par suite de la décharge gazeuse, sont portées à une température d'environ 3.000° C. et rayonnent directement. L'émission donne ici un spectre *continu*.

La figure 310 représente l'une de ces lampes.

Dans une ampoule remplie de gaz « noble » l'arc jaillit entre deux sphères de tungstène qui,

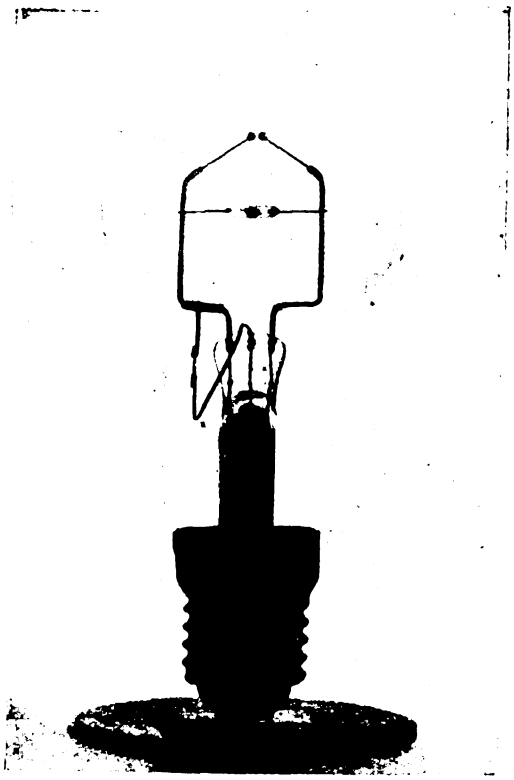


FIG. 310. — Lampe à arc de tungstène.
(Modèle destiné à être employé horizontalement)

portées à haute température, donnent une lumière blanche et intensive dès qu'on branche la lampe sur un réseau à courant alternatif de 220 volts.

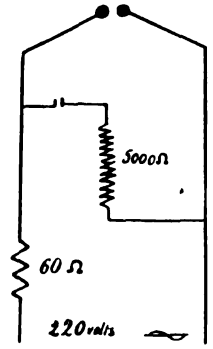


FIG. 311. — Lampe à arc de tungstène.
Schéma du montage des électrodes et des résistances

Il se forme tout d'abord une décharge à lueur analogue à la décharge d'une lampe de nuit, mais grâce à la résistance électrique intercalée dans le circuit, l'intensité du courant peut croître

Digitized by Google

de sorte que les petites sphères (de 1 à 2 mm. de diamètre) arrivent très vite à une température telle qu'elles émettent un nombre croissant d'élec-

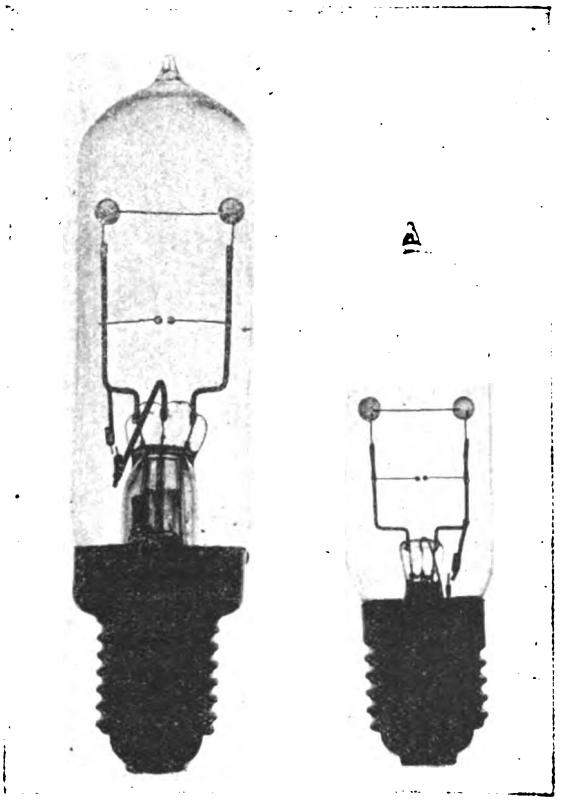


Fig. 312 et 313. — Lampes à arc de tungstène. Modèles verticaux, à 2,5 et 1,3 A.

trons, ce qui permet encore l'accroissement du courant de décharge jusqu'au moment où celui-ci se transforme en arc, les électrodes étant alors portées à l'incandescence.

Ainsi la luminescence précède l'arc.

Celui-ci, comme tous les arcs, ayant une caractéristique négative, doit être stabilisé par une résistance additionnelle qui limite l'intensité du courant.

L'amorçage de l'arc peut s'effectuer entre les deux sphères de tungstène, mais il est possible de le rendre beaucoup plus bref et plus sûr en appliquant les propriétés des électrodes de magnésium des lampes de nuit.

On place donc, en dérivation sur le circuit principal, avec une résistance de l'ordre de 5.000 ohms (logée dans le culot de la lampe) un éclateur formé de 2 électrodes secondaires de magnésium.

C'est entre ces deux électrodes que se forme immédiatement une décharge à lueur qui facilite la décharge entre les électrodes principales de tungstène, décharge qui se transforme ensuite en arc.

Si la décharge entre les électrodes de magnésium ne peut également se transformer en arc, c'est à cause de la résistance de 5.000 ohms qui limite à une très faible valeur l'intensité du courant dérivé vers les électrodes auxiliaires. Bien plus, lorsque l'arc est formé entre les électrodes principales, le courant qui circule dans le circuit principal atteint 2,5 ampères, la plus grande partie de la chute de potentiel de 220 volts ne se trouve pas réalisée dans la lampe mais dans la résistance additionnelle de 60 ohms environ placée en série avec l'arc, de sorte que la différence de potentiel entre électrodes tombe à 25 volts environ, tension suffisante pour maintenir l'arc au tungstène mais trop faible pour entretenir même la décharge à lueur entre les électrodes auxiliaires, décharge qui cesse par conséquent dès que l'arc est amorcé.

Le schéma (fig. 311) indique le montage des électrodes et des résistances.

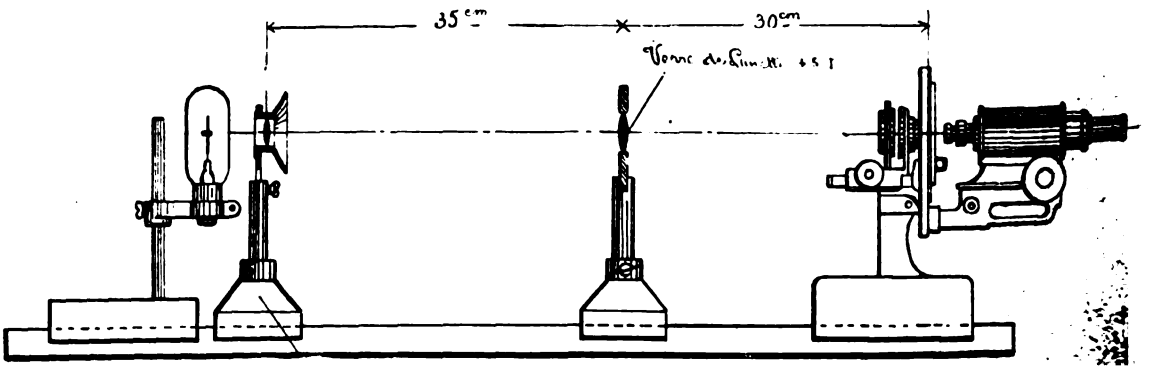


Fig 314. — Condensation de la lumière de l'arc au tungstène.

Ainsi l'amorçage de la lampe est entièrement électrique et s'opère automatiquement sans aucun dispositif mécanique.

Lorsqu'une lampe est alimentée par courant continu, les deux électrodes s'échauffent : la cathode

Digitized by Google

par le bombardement des ions, l'anode par les électrons. Le courant alternatif qui transforme à chaque demi-période la polarité des électrodes convient mieux. Les lampes hollandaises sont destinées aux courants alternatifs de 220 volts pour des intensités de 1, 1,5 et 2,3 ampères ; leur éclat intrinsèque est de 20 à 25 bougies décimales par millimètre carré.

Le grand éclat et la faible dimension de la source lumineuse sont très favorables aux recherches optiques, physiques, chimiques, aux examens médicaux, à l'éclairage de l'ultra-microscope, à la microphotographie, à la projection des images, etc...

***

Il existe d'autres lampes à arc de tungstène, notamment aux Etats-Unis d'Amérique, qui ont des puissances supérieures à celles des lampes précédentes mais qui ne semblent pas avoir atteint le même degré de perfection pour les applications scientifiques.

L'inconvénient de toutes ces lampes, c'est le noircissement de l'ampoule au bout d'un certain temps, d'autant plus court que l'on emploie dans l'arc un courant d'une intensité inférieure à l'intensité normale ; mais il faut bien s'y résigner, provisoirement du moins, car aucun appareil ne saurait remplacer actuellement ces sources lumineuses punctiformes, dans certaines applications, par exemple dans celles clairement définies par les figures 314 et 315.

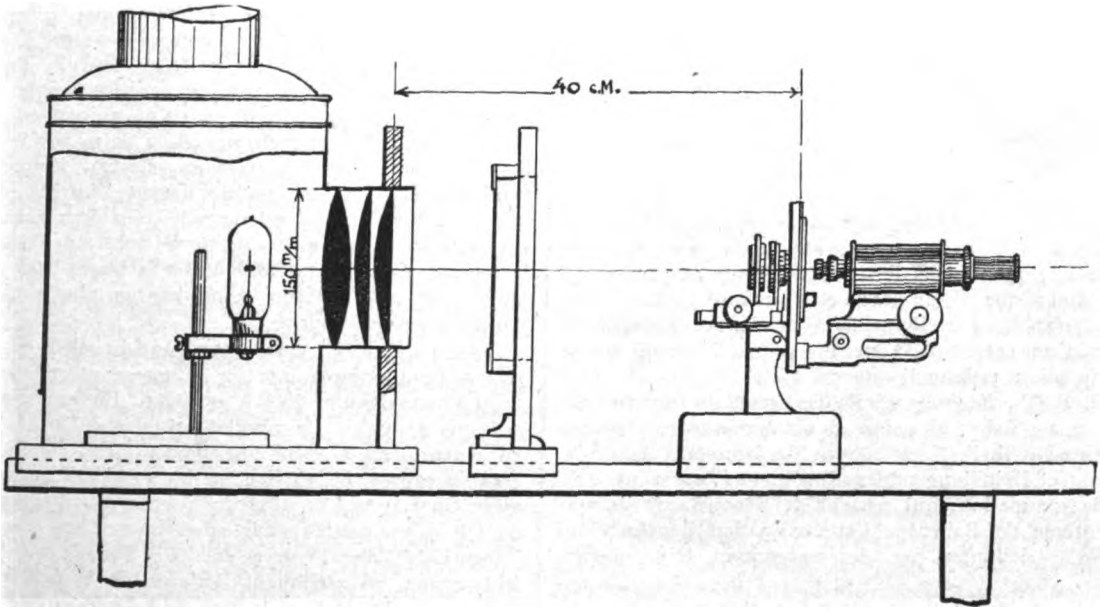


FIG. 15. — Applications de l'arc au tungstère. Appareil Berghoff.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences. (Avril 1925) . — *Théorie des Nombres.* A toute forme générale d'ordre p, à n variables, $\Sigma z_{\lambda_1 \dots \lambda_p} y_1^{\lambda_1} \dots y_p^{\lambda_p}$, M. *P.-J. Myrberg* associe une fonction représentée par la somme de la série $\Sigma \left[\Sigma z_{\lambda_1 \dots \lambda_p} y_1^{\lambda_1} \dots y_p^{\lambda_p} \right]^{-s}$ où les λ prennent indépendamment l'un de l'autre tous les systèmes de valeurs entières non toutes nulles. L'Auteur étudie la convergence de la série dans l'espace (z) et montre qu'elle prend la même valeur pour deux formes de la même classe. Ces séries sont des généralisations des séries de Dirichlet.

Analyse. 1. A l'aide de la théorie des équations intégro-différentielles du type de Volterra, M. *Léon Pomey* démontre pour les intégrales des équations différentielles un théorème général d'existence, avec des conditions aux limites relatives à des points *distincts* (suffisamment rapprochés).

2. Soit une fonction entière $\varphi(z) = \Sigma a_n z^n$; $f(z)$ étant une fonction méromorphe et s, un nombre réel supérieur à

Digitized by Google

un, M. *Gaston Julia* envisage la série $\Sigma a_n f(s^n z) \equiv F(z)$: moyennant des conditions très simples imposées à $\varphi(z)$, $F(z)$ est une fonction quasi-analytique en o, que l'Auteur étudie sur des droites issues de ce point.

5. Dans une Note ultérieure, M. Julia considère les séries $\Sigma a_n f(nz)$ et indique des cas où elles définissent des fonctions quasi-analytiques sur des rayons issus de o. Lorsque $f(z)$ est une fonction entière, la série définit une fonction quasi-analytique sur un certain rayon, et holomorphe du côté du rayon où la série converge.

3. Les développements de Puiseux permettent de représenter une fonction algébrique dans un domaine contenant un point critique; M. *Oscar Zariski* se pose une question analogue pour un domaine de connexion quelconque renfermant plusieurs points critiques. Pour pouvoir uniformiser dans ce domaine la relation $y = f(x)$ à l'aide d'une irrationnelle algébrique auxiliaire, il faut et il suffit qu'il existe une irrationnelle algébrique de genre o admettant dans le domaine le même groupe de substitutions que la proposée et alors on pourra poser $x = r(z)$, $r(z)$ étant rationnelle et y sera définie par la somme d'une série de Laurent formée à l'aide d'une autre fonction rationnelle de z.

4. M. *S.-Ch. Bochner* étudie les fonctions presque périodiques de Bohr; il compare notamment leurs degrés de presque périodicité au moyen de la notion de *majorisation;* et il indique une méthode, fondée sur un procédé de sommation, qui permet de retrouver facilement le théorème de Bohr sur l'approximation des fonctions presque périodiques par des polynomes trigonométriques.

Géométrie infinitésimale. Complétant ses résultats sur la construction des surfaces de translation (algébriques et à deux modes de définition) par la méthode de Sophus Lie, M. *Bertrand Gambier* signale une surface du sixième ordre déduite de la quartique $(y - x^2)^2 = x$.

Géométrie. Après avoir défini deux déformations de l'espace à connexion affine qui généralisent les déformations projective et conforme, M. *H. Eyraud* montre comment toute déformation de l'espace peut s'obtenir par composition des précédentes.

Physique mathématique. Le même Auteur, qui avait déjà interprété les grandeurs caractéristiques d'un champ électromagnétique et gravifique par l'introduction d'un espace à connexion affine, projectivement et conformément applicable sur un espace de Riemann, montre actuellement que cette théorie du champ n'est pas incompatible avec les postulats de la théorie des quanta.

René GARNIER.

Astronomie

Les âges et les masses des étoiles. — Les théories relativistes nous ont enseigné à regarder comme une seule et même grandeur la masse et l'énergie. Les physiciens, après avoir appliqué ces conceptions à la dynamique de l'électron, les transportent à présent dans le domaine de la macroscopie, pour en tirer des déductions astronomiques. J.-H. Jeans évalue les âges et les masses des étoiles par des considérations de ce genre (1), que nous récapitulerons ici.

La masse d'un électron augmente du fait de son mouvement. On admet que tout système naturel se comporte de même, et qu'un accroissement d'énergie E équivaut à un accroissement de masse $\frac{E}{C^2}$, en désignant par C la vitesse de la lumière, savoir 3.10^{10} cm. par seconde. Par exemple, le soleil, qui en une seconde dissipe en énergie $3{,}8\ 10^{33}$ ergs, doit perdre $4{,}2\ 10^{12}$ grs, c'est-à-dire environ quatre millions de tonnes.

Communiquer à un électron primitivement au repos une vitesse de 0,866 C revient à doubler sa masse. Mais que peut-on dire de son énergie? Double-t-elle aussi? En d'autres termes, la masse originale désigne-t-elle aussi de l'énergie?

Jeans répond par l'affirmative. Selon lui, un électron au repos consisterait en charges électriques maintenues contiguës en dépit de leurs répulsions mutuelles et par suite, il serait doué d'une certaine énergie, l'énergie subélectronique. D'autre part il appelle énergie superélectronique l'énergie supplémentaire qu'acquiert l'électron en vertu de son mouvement ou de sa position dans l'espace. Dans tous les systèmes effectifs, l'énergie superélectronique est très petite devant l'énergie subélectronique. Pour ce qui est du soleil, les deux énergies et par suite les deux espèces de masse sont sans doute dans le rapport de un à un million. De la masse totale du soleil, 2.10^{33} grs, environ 2.10^{27} grs au plus seraient de nature superélectronique.

Jusqu'ici, dans les calculs sur l'âge du soleil, on n'avait jamais tenu compte que de la masse superélectronique seule : on aboutit ainsi à un total d'une vingtaine de millions d'années. Ce résultat est bien inférieur, il faut le remarquer, à celui qu'amènent des considérations d'autres ordres, en particulier des considérations géologiques. On a trouvé en effet des fossiles sous des sédiments dont le dépôt semble avoir exigé des millions d'années.

Jeans fait alors entrer en jeu l'énorme masse subélectronique, en attribuant l'origine de la radiation stellaire à une destruction de matière à l'intérieur de l'étoile, grâce à un mécanisme de neutralisation mutuelle des charges positives et négatives. L'estimation de la vie solaire s'en trouve multipliée par un facteur de l'ordre du million.

A l'appui de sa théorie, Jeans invoque les résultats récents de Eddington (1), pour qui la luminosité d'une étoile est approximativement fonction de sa seule masse. Notre soleil et toutes les étoiles de masse comparable ont à peu près la même luminosité. Sirius, qui a 2,5 fois la masse du soleil a une luminosité 36 fois plus grande. Au cours des temps, la luminosité décroissante de Sirius égalera celle que possède actuellement le soleil. Or, à ce moment, Sirius aura perdu 60 % de sa masse présente, quantité qui surpasse de beaucoup sa masse superélectronique totale. Pour Jeans, il est nécessaire que la majeure partie de cette perte de masse soit de nature subélectronique. En outre, la radiation se présentant comme le seul processus normal de dissipation d'énergie qui soit connu, Jeans assimile diminution de masse et énergie rayonnée.

On peut alors, à l'aide de la relation d'Eddington, calculer le taux auquel les étoiles transforment à la fois leur luminosité et leur masse. Par exemple dans 1.500 milliards d'années, la masse du soleil sera réduite de 10 % et sa luminosité de 30 % ; dans $6.4\ 10^{12}$ années, Sirius sera semblable à notre présent soleil.

Tous les calculs de cosmogonie qui reposaient sur la constance des masses stellaires sont alors sujets à révision. Les orbites de gravitation deviennent des ellipses de dimensions toujours croissantes. Dans 1.500 milliards d'années le rayon de l'orbite terrestre aurait augmenté d'un dixième et l'année durerait 451 jours.

L'univers tout entier se dilaterait de même. Si les étoiles ont jamais possédé une masse quadruple de leur

(1) *Nature* (de Londres), 6 décembre 1924.

(1) Voir *Revue Scientifique*, 27 septembre 1924, p. 560.

Digitized by Google

masse actuelle, c'est qu'alors elles auraient été 64 fois aussi tassées qu'elles le sont maintenant.

Statistiquement, ce sont les étoiles de plus grande masse qui sont douées des moindres vitesses. On observe aussi que la période d'une étoile binaire nouvellement formée est généralement d'un petit nombre d'heures et que son orbite, presque circulaire, a un rayon de l'ordre de 5.10^{11} cm; par contre les binaires déjà vieilles ont des périodes beaucoup plus longues, leurs orbites sont beaucoup plus grandes et fréquemment d'une excentricité très prononcée. A mesure qu'une binaire vieillit, la masse de ses deux composantes tend à s'égaliser.

Jeans fait remarquer que ses évaluations de temps amènent à des conclusions qui semblent beaucoup plus vraisemblables que les anciennes, et concordent bien mieux, surtout, avec les estimations des géologues.

S. V.

Physique du Globe

Variations du vent à courte période. — Tout observateur un peu attentif a pu remarquer que la vitesse et la direction du vent manifestent fréquemment des variations d'allure périodique. Voici quelques observations de Johnson (1) qui précisent les faits, et dont cet auteur fournit une explication intéressante et plausible. Ces observations à l'anémomètre enregistreur ont porté comparativement sur le vent diurne, sur le vent nocturne, pendant la saison d'été, et en hiver.

1° *Direction.* — Le vent diurne prend, pendant environ 10 minutes, une direction constante; puis il saute brusquement de 60 ou même 90°, conserve sa nouvelle direction pendant quelques minutes, revient à l'ancienne aussi brusquement qu'il en était parti, etc. Le vent nocturne, au contraire, est caractérisé par des variations de direction de faible amplitude et de courte durée.

2° *Vitesse.* — On observe une différence analogue vis-à-vis de la vitesse. Le jour, de courts intervalles de calme alternent de façon discontinue avec des intervalles pendant lesquels la vitesse est presque constante, avec une valeur de 2 à 3 m/s par exemple. La durée de ces accalmies et de ces coups de vent correspond à peu près à celle des changements de direction. La nuit, la vitesse prend, comme la direction, une allure plus régulière.

3° *Explication.* — Ces effets diurnes sont beaucoup plus marqués en été qu'en hiver. Le phénomène paraît produit par l'existence, dans les couches d'air en mouvement, de petites zones de pression réduite. Il est à présumer que ces aires sont situées à la base de colonnes d'air ascendant, les jours de forte convection. L'influx de l'air environnant vers ces centres constitue nécessairement une succession de cyclones en miniature, qui sont entraînés par le mouvement général de l'air, et dont le passage produit localement les phénomènes succinctement décrits ci-dessus, selon la région du cyclone en mouvement qui vient toucher l'anémomètre. La valeur commune du diamètre de ces micro-cyclones est de l'ordre du kilomètre.

L. Brüninghaus.

Physique

L'ultra-filtration. — L'ultra-filtration est une opération consistant à faire passer un liquide au travers d'une membrane telle que les substances dissoutes à l'état colloïdal soient retenues et celles à l'état moléculaire puissent filtrer. Pour que ceci ait lieu, il faut que les pores de la membrane soient beaucoup plus petits que ceux des filtres ordinaires, compris, par exemple, entre 2 ou 3 $m\mu$, et 200 $m\mu$.

Il existe un assez grand nombre de substances qui permettent d'obtenir des membranes présentant des pores de cette grandeur (baudruche, papier parchemin gélatine, gélose, caoutchouc). Les plus employées, à l'heure actuelle, sont celles que l'on prépare au moyen de la nitrocellulose (collodion) ou d'autres composés cellulosiques.

Bien que ces diverses membranes soient depuis longtemps utilisées par les chimistes et les biologistes, le mécanisme de leur action est loin d'être élucidé, surtout pour les membranes à pores très fins dont les propriétés tendent vers celles des membranes semi-perméables.

Deux théories principales sont en présence : la théorie capillaire, qui assimile la membrane semi-perméable à un faisceau de tubes capillaires agissant mécaniquement et la théorie de dissolution qui fait dépendre la perméabilité d'une membrane, pour une certaine substance, de la solubilité de cette substance dans la membrane. Il y a une suite continue entre les membranes semi-perméables, les ultra-filtres et les filtres ordinaires; ils ne diffèrent que par le diamètre de leurs pores. Les deux théories doivent se prolonger des premières aux dernières, et toute vérification de l'une ou de l'autre, dans le cas des ultra-filtres, donnera des indications pour le cas des membranes semi-perméables.

MM. J. Duclaux et J. Errera (*Revue Générale des Colloïdes*, mai 1924 et avril 1925) ont effectué une série de recherches, en vue de préciser le mécanisme de l'ultra-filtration. Ils ont opéré sur des membranes d'éther de cellulose, supportées par une surface rigide permettant l'écoulement du liquide filtré; de cette manière, ils ont évité les déformations de la membrane qui ont faussé les résultats de beaucoup de travaux antérieurs.

Ces recherches les ont conduits aux conclusions suivantes :

1° La filtration sur membranes ultra-filtres suit les mêmes lois que l'écoulement au travers des tubes capillaires, en ce qui concerne l'influence de la pression et de la température;

2° Si on néglige de petites perturbations, de l'ordre de quelques pour 100, dans un domaine de viscosité variant de 1 à 200, on peut dire que les vitesses de filtration des solutions aqueuses conductrices et non conductrices, diluées et concentrées, sont en raison inverse de leur viscosité;

3° Les perturbations constatées paraissent attribuables à une légère déformation des membranes, que celle-ci soit due à une variation de pression ou de gonflement ou peut-être à la force électromotrice de filtration créée par le passage du liquide dans la membrane ultra-filtrante: cette résistance disparaît, en effet, lorsque l'on rend le liquide conducteur;

4° La membrane ultra-filtre se comporte comme un faisceau de tubes capillaires rigides, dont la structure est indépendante de la nature du liquide qui la baigne. Il s'ensuit que les sols irréversibles qui constituent ces membranes ne sont pas solvatisés d'une manière appréciable.

A. Bc.

Chimie

L'amiante bleue (1). — L'amiante blanche est d'un usage courant dans les laboratoires. C'est un calorifuge excellent qui résiste à des températures relativement

(1) Meteorological Department, Experimental Station, Porton, Wilts.

(1) *Chemical News*, 12 décembre 1924.

Digitized by Google

élevées et que les acides attaquent difficilement. L'amiante bleue, qui est beaucoup moins répandue, posséderait cependant, de l'un et l'autre points de vue, des qualités de beaucoup supérieures.

C'est un silicate naturel complexe qui doit sa couleur lavande à un pourcentage élevé de fer. D'autre part, l'amiante bleue contient moins de magnésie que la blanche. La Cape Asbestos Co Ltd l'exploite en Afrique du Sud et la traite dans ses usines de Barking à Londres. L'amiante bleue a des fibres plus longues que la variété blanche. Elle est plus résistante, plus légère et revient 20 % meilleur marché. Elle ne se détériore pas et reste fibreuse jusqu'au delà de 400°, ce qui permet de la placer directement sur les tuyaux dans les stations de superpuissance. Même sous la flamme du chalumeau, elle ne perd que 5 % de son poids.

Pour la couverture des tuyaux à vapeur, on confectionne des segments enroulés du diamètre voulu, fendus par le centre, et qu'il est facile ensuite de mettre en place. L'amiante bleue s'utilise, non seulement pour les tuyaux et les chaudières, mais aussi pour le matériel distillatoire et d'autres installations chimiques.

Pour ce qui est de la résistance aux acides, les propriétés de l'amiante bleue seraient encore plus dignes d'attention. Avec de l'acide nitrique concentré, de 16° à 110°, la perte en poids varie de zéro à 4 ½ %, tandis que celle de la bonne amiante blanche est comprise entre 11 et 62 %. Dans le cas de l'acide chlorhydrique la perte de l'amiante bleue, de 3 ½ % à 16° n'est que de 10 % à 110°. Pour l'amiante blanche on aurait environ 13 ½ % de perte à 16° et 64 ½ % à 110°. Avec d'autres acides, les résultats sont du même ordre. En particulier, on peut présumer qu'il y aurait avantage à recourir à l'amiante bleue dans les usines à acide sulfurique. S. V.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Électricité

L'accumulateur Féry. — M. Féry (*Industrie électrique*, 25 janvier 1925) vient de mettre au point un accumulateur au plomb insulfatable, indéchargeable et transportable, qui semble appelé à un grand avenir. Des recherches antérieures conduisirent M. Féry, en 1919, à opposer à la théorie classique de la double sulfatation dans les accumulateurs, celle plus générale des piles (les accumulateurs n'étant que des piles réversibles) où l'électrode positive se réduit partiellement pendant la décharge :

$$Pb^2O^5 + H^2 = 2\ PbO^2 + H^2O$$

et l'électrode négative se transforme en sulfate plombeux, très oxydable :

$$Pb^2 + SO^4H^2 = Pb^2SO^4 + H^2.$$

De cette théorie, que de multiples expériences ont justifiée, M. Féry a déduit les conditions à remplir pour réaliser un accumulateur échappant aux tares qui ont empêché leur développement vraiment industriel et généralisé. Il fallait pour cela : 1° les rendre transportables en immobilisant leur liquide; 2° les rendre insulfatables en soustrayant, comme dans les piles, la plaque négative à l'oxydation de l'air directe ou indirecte; 3° les rendre indéchargeables pratiquement sur eux-mêmes, ce qui était considéré comme impossible avec les accumulateurs ordinaires.

Un récipient en verre rectangulaire, assez haut, reçoit dans le fond la substance de l'électrode négative tassée autour d'une âme en fils de plomb dont un prolongement forme le pôle négatif de l'accumulateur en se prolongeant.

Séparée par un lit de matière poreuse de cette électrode négative, repose verticalement la plaque positive, qui ne présente pas de caractéristique spéciale; elle est entourée et maintenue par la matière poreuse que l'on imbibe à refus de la solution sulfurique ordinaire.

Le tout est recouvert d'une couche assez épaisse de paraffine ou de brai, ne laissant passer qu'un mince tube de verre servant de soupape de sûreté pour l'évacuation des gaz mais s'opposant à l'évaporation du liquide, et les deux tiges formant les pôles de l'accumulateur.

Les changements de couleur de la plaque négative, qui est visible au fond du récipient, permettent de contrôler la charge et la décharge de l'accumulateur.

Lorsqu'elle est complètement gris foncé, la décharge est pratiquement achevée, un simple contrôle au voltmètre permet de s'en convaincre.

On peut suivre les progrès de la recharge par le phénomène de décoloration, inverse du précédent.

Par sa forme même, l'accumulateur Féry est inversable et, par conséquent, aisément transportable. Il n'émet pas de vapeurs acides.

M. Raynaud Bonnin, qui a étudié le nouvel accumulateur, signale, dans les modèles qui lui ont été fournis, une résistance intérieure assez élevée (0,6 ohm pour des éléments de 15 amp-h.) circonstance favorable aux applications téléphoniques mais qui peut être modifiée pour les autres utilisations. Il a constaté une perte de 30 % après cinq mois et demi en circuit ouvert, perte réduite maintenant à 2 % par mois.

Sur un élément, abandonné pendant deux ans, la force électromotrice était tombée de 2,15 v. à 1,20 v., il a suffi de le remettre en charge normale pour qu'il récupère ses caractéristiques de début.

C'est donc bien là un accumulateur infiniment supérieur à ce qui avait été réalisé jusqu'à ce jour.

A. Bc.

Statistique

Le Commerce extérieur de la France en 1924. — Les statistiques publiées pour les 7 premiers mois de l'année accusent un mouvement d'exportation en très forte hausse sur celui de 1923.

Il est très intéressant de se rendre compte de l'activité de nos industries exportatrices en parcourant ces statistiques, les augmentations sont considérables, pour nombre de produits les valeurs exportées ont plus que doublé.

La plus-value totale des exportations des 7 premiers mois par rapport à 1923 est de 5.844.154.000 francs, soit 67 %, ce qui est une proportion énorme, remarque M. Jean Cousin dans l'*Économiste français* (4 oct. 1924).

Exportations de France 7 mois 1924		différence sur 1923	
Produits chimiques	Fr. 741.545.000	+	285.353.000
Poteries, verres et cristaux	200.021.000	+	59.023.000
Fils	959.540.000	+	477.549.000
Tissus de coton	1.550.290.000	+	819.712.000
— laine	1.492.780.000	+	792.657.000
— soie	1.790.432.000	+	605.132.000
Confections et lingerie	1.921.441.000	+	860.125.000

Digitized by Google

Articles de papeterie.....	167.781.000	+	21.675.000
Peaux préparées.....	383.980.000	+	209.521.000
Ouvrages en peaux...	218.102.000	+	81.497.000
Pelleteries ouvrées....	309.397.000	+	118.801.000
Bijouterie et horlogerie.....	117.616.000	+	5.245.000
Machines.....	659.427.000	+	212.167.000
Ouvrages en métaux..	676.851.000	+	217.735.000
— bois.....	109.978.000	+	43.765.000
— caoutchouc.	480.285.000	+	146.687.000
Automobiles.....	754.918.000	+	331.086.000
Articles de Paris.....	315.798.000	+	97.159.000
Modes et fleurs.....	120.707.000	+	26.783.000

Pendant la même période on constate que les importations ont augmenté beaucoup sans dépasser cependant 38 % de plus qu'en 1923 (7 premiers mois).

La part des principaux articles est donnée par le tableau ci-dessous :

Importations en France 7 mois 1924		différence sur 1923	
Peaux brutes	Fr. 426.672.000	+	75.879.000
Laines	1.874.087.000	+	369.770.000
Soies	996.299.000	+	447.414.000
Graines oléagineuses.	944.856.000	+	156.462.000
Huiles végétales.....	67.578.000	+	23.413.000
Caoutchouc et Gutta-percha	220.844.000	+	49.647.000
Bois	496.674.000	+	116.090.000
Coton	2.305.547.000	+	1.070.629.000
Pâtes de bois.....	186.928.000	+	20.926.000
Houille	2.310.197.000	+	246.377.000
Huiles minérales.....	940.168.000	+	242.780.000
Fonte, fer, acier.....	359.881.000	+	85.541.000
Cuivre	499.764.000	+	137.676.000
Nitrate de soude.....	150.945.000	+	22.836.000

La lecture de ces nombres est tout à fait instructive pour se renseigner sur l'activité de nos diverses industries, et permet de dire que ces symptômes économiques sont bons.

L. R.

Industrie

L'industrie chimique de guerre et de paix. — La discussion du Budget des Poudres à la Chambre des Députés (*J. off.*, 27 déc. 1924) a attiré l'attention sur la question, non encore résolue, de la mobilisation industrielle. En ce qui concerne la chimie qui semble devoir jouer un rôle considérable en cas de guerre, une solution rapide s'impose. Il convient de pouvoir transformer facilement nos usines de paix en usines de guerre. Nous savons bien que les poudreries sont déjà entrées dans cette voie, et qu'on travaille activement dans leurs laboratoires. Le Service des Poudres a organisé, en même temps que l'industrie privée, la fabrication de l'alcool absolu pour la réalisation du carburant national et on apprendra avec plaisir qu'actuellement les automobiles militaires tirent leur force motrice d'un mélange à 50 % d'alcool absolu. Celui-ci est tiré de la betterave. Il a fallu laisser à l'industrie 500.000 hectolitres d'alcool dénaturé et la nécessité d'une production suffisante de sucre de betterave empêche jusqu'ici d'intensifier la production de l'alcool carburant. Il est certain que la préparation de l'alcool d'éthylène des cokeries, comme celle de l'alcool de la cellulose, est assez au point pour prévoir une fabrication généralisée. Les industries nombreuses de la cellulose semblent devoir ainsi être exploitées par l'industrie chimique de guerre. On sait aussi qu'à la poudrerie de Toulouse, on monte une colossale usine d'ammoniaque synthétique, mais il y a plus de quatre ans que le procédé Haber a été acquis par M. Loucheur et on ne produira qu'en 1926. En Allemagne, la fabrication synthétique a pris des proportions considérables, et on sait que l'année dernière, la production totale de ses divers engrais était de 350.000 tonnes. Cette production des engrais semble de celles qui soient toutes indiquées pour les usines de guerre, telle la préparation des superphosphates et des sels ammoniacaux. La poudrerie de Saint-Chamas, qui dispose d'un port, conviendrait pour le traitement des phosphates d'Algérie. Que les usines soient des usines d'État, comme les poudreries, ou des usines privées, il convient d'assurer la fabrication nécessaire pour la guerre et de ne pas se trouver, comme en 1914, sans une seule usine de phénol ou de chlore. Il appartient au Parlement d'assurer la mobilisation industrielle.

A. R.

NÉCROLOGIE

Camille Flammarion (1842-1925). — L'astronome populaire, Camille Flammarion, vient de mourir (5 juin 1925) âgé de plus de quatre-vingts ans. Ses obsèques ont eu lieu à l'Observatoire de Juvisy, où il repose. Dès sa plus tendre enfance, Camille Flammarion avait manifesté des dispositions remarquables d'écrivain et de philosophe. Admis par Le Verrier dans le Bureau des Calculs de l'Observatoire de Paris, à l'âge de 17 ans, il se reposait des fatigues d'une besogne ennuyeuse en écrivant son livre sur « La pluralité des Mondes » qui fit sensation. Il quitta bientôt l'Observatoire pour se consacrer exclusivement à ses chères études, suscitant l'enthousiasme de ceux qui l'approchaient. Un riche admirateur lui alloua les fonds nécessaires pour créer l'Observatoire libre de Juvisy, d'où sont sorties des études intéressantes sur les différents problèmes de l'astronomie moderne.

On lui doit la création de la Société astronomique de France, vers laquelle il a su attirer un nombre d'adhérents dépassant de beaucoup ceux des Sociétés similaires, et qui a été présidée par les plus hautes personnalités scientifiques françaises, en particulier par Henri Poincaré.

Dans la séance solennelle de cette Société, qui s'est tenue récemment à l'Hôtel des Sociétés Savantes, le président, M. Ch. Lallemand, membre de l'Institut, a rappelé l'œuvre de Camille Flammarion et a fait connaître, en particulier, les condoléances adressées par le Conseil municipal de la Ville de Paris, qui se propose de perpétuer le souvenir de Camille Flammarion, en donnant son nom à une rue de la capitale. Pour l'année 1925-1926, Mme Camille Flammarion a bien voulu accepter la charge du secrétariat général de la Société que remplissait avec tant d'autorité son regretté mari.

R. L.

Le professeur Charles Vélain. — La chaire de géographie physique de la Faculté des Sciences de Paris vient de voir disparaître ses deux premiers titulaires : Vélain, pour qui elle avait été créée, en 1897, est mort le 6 juin dernier; Louis Gentil, qui lui avait succédé en 1919, est mort le 12 juin.

Vélain était né à Château-Thierry en 1845; en 1868, il fut appelé comme préparateur-adjoint de géologie par Hébert dont on avait installé les services dans les vieilles maisons de la rue St-Jacques. En 1874, il accompagna l'amiral Mouchez à l'île St-Paul et rapporta de cette région volcanique une importante collection de minéraux. Docteur-ès Sciences en 1878, il fut nommé, la même année, maître

Digitized by Google

de Conférence de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris.

Sous son impulsion, puis sous celle de Louis Gentil, l'enseignement de la géographie physique a pris, en France, une forme véritablement scientifique et a contribué à la formation d'explorateurs et de voyageurs, sachant observer et discerner sur le terrain.

Vélain avait fait la guerre de 1870 et sa brillante conduite au siège de Soissons lui avait valu la médaille militaire ; il était officier de la Légion d'honneur. En 1906, il avait créé la *Revue annuelle de Géographie*. A. R.

Louis Gentil. — Notre ami et collaborateur, Louis Gentil, membre de l'Institut (Académie des Sciences), professeur de géographie physique à la Faculté des Sciences de Paris, s'est éteint le vendredi 12 juin, à 15 heures, après une maladie de quelques mois, contractée sans doute à la suite de ses nombreuses explorations au Maroc. Il était né à Alger, le 15 juillet 1868.

Ses études l'avaient d'abord porté vers la Chimie. En 1889 et 1890, il avait fait paraître, aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, en collaboration avec M. Malbot, deux notes sur diverses réactions de l'alcool isobutylique. Mais il était animé, dès son jeune âge, du désir irrésistible de parcourir et connaître le Maroc, qu'il entrevoyait comme une terre inconnue, vers l'Occident où fuyait l'Atlas, et de contribuer, dans la mesure de ses forces, à l'expansion française jusqu'à l'Atlantique ; c'est ce qui contribua à l'orienter vers les Sciences géologiques.

Préparateur à l'École (aujourd'hui Faculté) des Sciences d'Alger (1891), puis préparateur de Fouqué au Collège de France (1894), il s'initia, sous la direction de cet illustre maître et de M. A. Lacroix, à la pétrographie et à l'étude des manifestations volcaniques.

Il avait commencé par explorer certaines parties, encore inconnues, de l'Afrique du Nord, en Algérie et au Sahara, et il présenta, en 1902, comme thèse de doctorat, une importante étude géologique et pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie), travail qui le fit classer, en France et à l'Étranger, parmi les géologues d'avenir. Munier-Chalmas, qui l'avait chargé de conférences dans son laboratoire en 1899, le faisait nommer maître de conférences en 1905, aussitôt après son premier voyage d'exploration au Maroc. C'est là qu'il fut, pendant de longues années, le collaborateur principal du savant professeur, M. Haug, auquel le liait une fidèle amitié.

Après l'accord franco-anglais du 8 avril 1904, qui laissait à la France le champ libre au Maroc, le rêve de Gentil était devenu réalisable. A l'exemple des René Caillé, des Rohlf, des de Segonzac, des de Foucauld, grâce à sa parfaite connaissance de la langue et des mœurs indigènes, il put alors pénétrer seul, déguisé en Arabe, dans les régions insoumises, suivre en sept mois un itinéraire entièrement nouveau de 1.800 kilomètres, dans le Rif, le Haut-Atlas, le Sous et le Drâ, et rapporter une abondante moisson de données géographiques et de conclusions géologiques. En particulier, il reconnut définitivement l'existence, entre l'Atlas et l'anti-Atlas, d'un massif volcanique considérable, le Siroua, où personne n'avait encore pénétré, rappelant l'Etna par son importance comme par son altitude.

Les voyages, effectués les années suivantes, ne furent pas moins fructueux, malgré les difficultés de toutes natures suscitées principalement par des agents allemands. En 1907, lors de l'assassinat du Dr Mauchamp, venu à Marrakech pour organiser un dispensaire, Gentil, grâce à l'influence qu'il exerçait sur les éléments indigènes, put apaiser les esprits et, non sans difficulté, ramener le corps de son infortuné compagnon de voyage. Ces incidents démontraient que la pénétration du Maroc ne pouvait plus être poursuivie pacifiquement ; il fallut organiser des opérations militaires, et Gentil dut, à sa connaissance du pays, d'être demandé par le haut commandement pour accompagner plusieurs colonnes, en particulier lors de la marche sur Fez, en 1910. Il rendit ainsi des services éminents.

En 1911, lors de la crise d'Agadir, provoquée par l'Allemagne, il fut consulté par le Président du Conseil des Ministres ; il s'éleva alors avec force contre la session du Sous, et c'est ainsi qu'il contribua à sauver nos droits sur le sud du Maroc.

En 1912, il fut nommé conseiller technique et scientifique du gouvernement chérifien par le Général Lyautey, résident général, qui reconnaissait ainsi en lui un de ses plus précieux collaborateurs ; il ne cessa, depuis lors, de consacrer, tous les ans, soit seul, soit accompagné de Mme Gentil, parfois avec des collègues ou des collaborateurs, tels que Perrot, Lugeon, Paul Lemoine, Joleaud, Lutaud, etc., une partie de son temps à compléter nos connaissances sur le Maroc. L'année dernière encore, il accomplissait une importante et pénible mission dans la région insoumise de l'anti-Atlas, du Djebel Bani et de l'Oued-Drâ. Les résultats obtenus jusqu'en 1912 sont réunis dans un ouvrage sur « le Maroc physique ». Ils ont été, depuis lors, considérablement étendus et ils embrassent les points de vue les plus variés : topographie, cartographie, hydrologie, paléogéographie, tectonique, vulcanologie, sismologie, climatologie, pédologie, hydrographie, souterraine, etc... Gentil a émis sur ces questions des vues synthétiques originales et les a étendues à toute l'Afrique du Nord.

L'ardeur extraordinaire que Gentil mettait à parcourir le Maroc et à y puiser de précieux renseignements ne suffisait pas à satisfaire son activité. Depuis 1919, appelé à la chaire de Géographie physique de la Faculté des Sciences, en remplacement de Ch. Vélain, il avait orienté les travaux du laboratoire vers les recherches expérimentales et il avait fait appel à la collaboration du personnel de l'Institut de Physique du Globe, nouvellement créé à la Faculté, et à celle de savants russes et roumains, spécialisés dans l'étude des sols.

Les questions tectoniques l'ont beaucoup préoccupé, ainsi que ses collaborateurs immédiats, MM. Lutaud et Bourcart. Grâce aux recherches ainsi poursuivies, de nouveaux aperçus se sont révélés dans cette voie, et la Géodynamique, ainsi rattachée à la Géologie et à la Physique du Globe, prend un caractère individuel et fait figure de discipline autonome.

Louis Gentil a voulu encore que son laboratoire soit une école d'explorateurs, dotés d'une forte instruction technique et pratique. Il a obtenu, pour cela, le concours de la section topographique du Service géographique de l'Armée ; un échange d'élèves et d'enseignement entre les deux établissements a donné les résultats les plus encourageants. Quelques-uns de ces élèves ont déjà fait leurs preuves aux colonies et s'y sont livrés à d'utiles travaux.

Tant de charges ne laissaient pas Gentil indifférent aux questions d'intérêt général ; il prenait une part active aux travaux de la Société géologique, dont il fut président en 1912 ; il s'intéressa, pendant la guerre, à l'œuvre du Secours national et aux blessés marocains ; il apportait le concours de son expérience à la Commission des Travaux scientifiques du Club alpin, présidée encore récemment par le regretté Franz Schrader ; il se consacra aussi, avec tout le cœur qu'il apportait en toutes choses, à l'œuvre du Comité d'Enseignement supérieur russe de France.

Cette carrière, si magistralement remplie, se parait, en outre, d'une bienveillance et d'un dévouement dont ses amis, ses collaborateurs et ses élèves conserveront l'ineffaçable souvenir. Gentil savait réconforter, encourager et

Digitized by Google

soutenir, infuser autour de lui l'optimisme et l'enthousiasme qui l'animaient. Il était bon, d'un commerce sûr, et eut le don de se faire aimer de tous ceux qui l'ont approché.

R. DONGIER.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 25 mai, M. Gustave André, professeur à l'Institut national agronomique, a été élu, au premier tour de scrutin, membre de la section d'Économie rurale, en remplacement de M. Maquenne, décédé.

M. André est docteur en médecine, docteur ès-sciences et ancien agrégé à la Faculté de Médecine. L'œuvre de M. André est considérable ; il a publié, depuis l'année 1880, plus de deux cents notes sur des résultats originaux obtenus en chimie pure et en chimie végétale. Après une collaboration de plus de quinze ans avec Marcellin Berthelot, à la station de chimie végétale de Meudon, M. André a poursuivi des recherches sur la constitution des matières humiques naturelles, sur les engrais, sur l'évolution de la matière minérale et de la matière organique pendant la germination, sur leurs migrations chez les plantes annuelles et vivaces, sur la composition des liquides qui circulent dans le végétal, etc. Par ses travaux et son enseignement, dont l'essentiel se trouve dans deux volumes de Chimie agricole et végétale (1909-1913), M. André a puissamment contribué aux progrès de la Science agricole.

— *Fondation Dina.* — Par décret en date du 13 juin 1925, l'Académie des Sciences est autorisée à accepter la donation qui lui a été consentie par M. Assan Farid Dina et M^me^ Mary Wallace Shillito, son épouse : 1° d'une somme de un million de francs, dont les arrérages devront être employés à l'étude et à la fabrication ou à l'achat des appareils astronomiques nécessaires au fonctionnement d'observatoires ou stations consacrés à l'astronomie, la météorologie et la physique du globe ; 2° d'une bibliothèque astronomique également destinée à être affectée auxdits observatoires ou stations.

Cette donation portera le nom de « Fondation Dina »

Académie de médecine. — Dans la séance du 19 mai, M. le professeur Cazeneuve, de la section des Sciences, a pris la parole pour rappeler un des rôles de l'Académie, qui, dans les questions d'hygiène, doit conseiller les Pouvoirs publics et provoquer ses initiatives.

— La séance solennelle du 26 mai a été consacrée au centenaire de Charcot. Après une allocution de M. le président Barrier, M. le professeur Pierre Marie a prononcé l'éloge du Maître, les professeurs Marinesco (Bucarest) et Christiansen (Oslo) ont parlé de la grande influence exercée hors de France par les idées de Charcot sur la médecine.

Académie des Lincei. — L'Académie Pontificale des Sciences-Nuovi Lincei a développé de nouveau, comme dans l'année 1923, un programme de diffusion de haute culture dans le milieu scientifique, avec une « Semaine Académique » de Conférences et de Leçons exposées par les Membres de l'Académie.

Cette « Semaine » qui a eu lieu dans les derniers jours du mois d'avril, dans les historiques salles du Palais de la Cancelleria, a reçu le meilleur accueil.

Les matières qu'on a traitées ont été les suivantes :

Histoire des Mathématiques (professeur Comes Teixeira, de l'Université d'Oporto) ;

Aérodynamique et constructions aéronautiques (professeur Panetti de l'École Polytechnique de Turin) ;

Calcul graphique et calcul mécanique (professeur d'Ocagne, de l'Institut de France) ;

Géophysique (R. P. Algué, directeur de l'Observatoire central des Iles Philippines) ;

État actuel de la Science sur les ultra microbes (professeur Caronia, directeur de la Clinique pediâtrique de l'Université de Rome).

Les Conférences seront publiées dans les « Atti » de l'Académie Pontificale.

Le Centenaire de Jean-Martin Charcot. — Le 25 mai, on a célébré le centenaire de la naissance du célèbre neurologiste. C'est la première fois qu'une pareille cérémonie est consacrée à la mémoire d'un médecin. La séance, tenue à la Sorbonne, était présidée par le Ministre de l'Instruction publique, en présence du Président de la République et des délégués de dix-sept nations. Le discours inaugural a été prononcé par le professeur Babinski, élève du Maître. MM. Ghilain, président de la Société de neurologie, Roussy (Société anatomique), Rieu, représentant des hopitaux de Paris, ont exprimé leur admiration pour l'œuvre de Charcot. Le Ministre de l'Instruction Publique, M. de Monzie, s'est fait l'interprète de la reconnaissance du Pays envers le fondateur de la neurologie et a mis en relief l'universalité de son génie.

Le tricentenaire de Jean-Dominique Cassini. — Avec M. Ch. Nordmann, les astronomes n'ont pas oublié, le 8 juin dernier, de penser au troisième centenaire de la naissance du premier Cassini, fondateur de l'Observatoire, créé par Louis XIV. Quatre Cassini se sont succédé de père en fils dans notre établissement national, à savoir : Jean-Dominique I ; Jacques II ; César-François II ; et enfin Jean-Dominique IV ; ce dernier est mort en 1832.

Observatoire de Paris. — M. Jules Baillaud, astronome adjoint à l'Observatoire de Paris, a été nommé astronome titulaire, en remplacement de M. Boquet, admis à la retraite.

Fondation Bergonié pour la création d'un laboratoire d'électro-radiologie. — Les amis et les élèves de l'héroïque professeur, mort pour la science, dans le but de perpétuer son nom, son œuvre scientifique et philanthropique, ont organisé une souscription pour l'établissement, à Bordeaux, d'un laboratoire de recherches sur l'électricité et les radiations. Sous le haut patronage du Président de la République et d'un Comité d'honneur réunissant les anciens présidents de la République et du Conseil, les Maréchaux Foch et Pétain, les membres de l'Institut et de l'Académie de Médecine, etc., le Comité d'action, présidé par le professeur d'Arsonval, fait un pressant appel à tous les admirateurs de Bergonié et à tous les amis de la Science. Les souscriptions sont reçues chez le trésorier, le D^r^ Henri de Rothschild, 6, rue Saint-Philippe du Roule, Paris, VIII^e^.

Fondation Edmond de Rothschild. — Cette fondation, faite pour encourager les recherches scientifiques, a groupé un certain nombre de savants s'occupant de la chimie de hautes températures, inaugurée par le regretté Moissan. Ces recherches viennent d'être publiées sous le titre de *Fours électriques et Chimie*, sous la direction de l'ancien préparateur de Moissan, le professeur Lebeau, de la Faculté de pharmacie, avec la collaboration du professeur Jolibois, de l'École des Mines, de MM. Damiens, Picon, Bedel, de la

Digitized by Google

Faculté de pharmacie, du professeur Ribaud, de Strasbourg, des préparateurs Fleury et Weiss, de la Faculté des Sciences de Paris.

Société de Géographie. — M. Roume, ancien gouverneur général des Colonies, a été élu président. MM. Lallemand et Pelliot, de l'Institut, ont été nommés vice-présidents ; enfin, M. Grandidier reste secrétaire général.

Congrès français de médecine. — Le 18e Congrès se tiendra à Nancy du 16 au 18 juillet. Le Bureau du Congrès est présidé par le professeur Paul Simon, de la Faculté de Médecine de Nancy.

Congrès de médecine légale. — Le 10e Congrès s'est ouvert à la Faculté de médecine de Lille, sous la présidence d'honneur de M. Daniel Vincent, ancien ministre du Travail. Le bureau du Congrès est présidé par le professeur Leclercq de Lille ; les vice-présidents sont le Dr Dexez, de Mons, et le professeur Martin, de Lyon.

Congrès international de Photographie. — Ce Congrès aura lieu du 29 juin au 4 juillet, sous la présidence de M. Ch. Fabry, à l'Hôtel de la Société française de Photographie, 51, rue de Clichy, Paris. Toutes les nations y ont été conviées et la plupart ont promis d'y prendre part : MM. Goldberg, Mees, Renwick, Slater Price...

On discutera notamment, dans la section scientifique, les questions relatives à la sensitométrie, et, dans la section cinématographique, les questions relatives à l'unification des dimensions. La division du Congrès en quatre sections (scientifique, technique et artistique, historique, cinématographique) doit permettre à tous (savants, amateurs, professionnels), d'y participer et d'y prendre intérêt.

En même temps, auront lieu :

1° Le Congrès de l'Union Nationale des Sociétés Photographiques de France ;

2° Du 4 au 13 juillet, une Exposition rétrospective de la Photographie à l'Hôtel de la Société française de photographie ;

3° Le jeudi 2 juillet, une séance solennelle de célébration du Centenaire de la Photographie dans le grand Amphithéâtre de la Sorbonne, en présence de M. le Président de la République. A cette séance prendront la parole : M. Potonnier, président de la Commission d'organisation du Centenaire (Histoire de l'invention de la Photographiee) et M. Ch. Fabry, président du Congrès International (Applications scientifiques de la Photographie).

Les personnes, désireuses de participer par leur présence et par leur souscription à ces différentes manifestations, sont priées de s'adresser à M. E. Cousin, trésorier, 51, rue de Clichy, Paris, 9e.

Troisième Congrès de la Houille blanche. — La Chambre syndicale des Forces hydrauliques, constituée en 1900, a organisé, à Grenoble, un congrès qui se tiendra à l'occasion de l'Exposition, du 4 au 8 juillet ; des congrès avaient eu lieu déjà en 1902 et 1914. Les frais d'inscription sont de 50 francs, donnant droit à une réduction de 50 % sur le chemin de fer du P. L. M., réduction qui peut être accordée aux membres de la famille de l'adhérent moyennant un versement de 25 francs. Le Congrès comprend trois sections : (administrative, économique et financière, technique), trois sous-sections (production, transport d'énergie, utilisation) ; 60 questions ou notices sont mises à l'ordre du jour. Elles comportent 9 rapporteurs pour la section administrative, 6 pour la section financière, 29 pour la section technique.

Pour tous renseignements et inscriptions, s'adresser à M. Tochon, secrétaire général, 7, rue de Madrid. Tél. : Wagram, 49-49 et 49-62.

Commission des explosifs. — M. A. Behal, membre de l'Académie des Sciences, professeur à la Faculté de Pharmacie, est nommé président de la Commission des explosifs. (*J. Off.*, 18 juin 1925.) R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — M. Appell est nommé recteur honoraire et promu grand croix de la Légion d'honneur.

M. Lapie, directeur de l'enseignement primaire au Ministère, est nommé recteur de l'académie de Paris à compter du 1er octobre.

M. Appell a été, après M. Lucien Poincaré, le second recteur de l'Université de Paris, choisi parmi les professeurs des Facultés des Sciences ; le savant mathématicien n'avait pas interrompu ses travaux, malgré la lourde charge administrative qui lui incombait ; il a pu réaliser bien des améliorations dans l'organisation de l'Université parisienne, améliorer les conditions de vie des étudiants, favoriser la recherche scientifique, en provoquant des souscriptions nombreuses et abondantes.

— M. Georges Blumenthal, banquier à New-York, vient d'adresser à M. Appell, recteur de l'Université, un nouveau don de un million de francs, destiné à l'emploi que le Conseil de l'Université jugera le meilleur.

Faculté des sciences. — MM. Dereims et R. Dongier, maîtres de conférences, ont été nommés, à partir du 1er juin, professeurs sans chaire.

Chaire de mécanique des fluides. — Conférences : 1° Les turbo-machines hydrauliques par M. Eydoux, docteur ès-sciences, ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur à l'École, les lundis et jeudis, à 17 h. ½ à partir du 8 juin. Hydrodynamique des mouvements permanents et les échanges d'énergie. Principes des turbo-machines hydrauliques. Usage des théories de similitude ;

2° Le mouvement turbulent des fluides. Équations générales par M. Brillouin, les 10-13-17 juin, à 17 h. ½.

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences physiques : le 22 mai M. Brennen « Recherches sur l'absorption et la réversibilité de l'adsorption du potassium par des matières diverses ».

Le 29 mai M. Guntz « Étude sur les sulfures de zinc phosphorescents ».

M. Thibaud « La spectographie des rayons γ Spectres β secondaires et diffraction cristalline ».

M. Laffitte « Recherches expérimentales sur l'onde explosive et l'onde de choc ».

Muséum national d'histoire naturelle. — Le cours de Physiologie générale de M. le professeur Tissot, commencé le 19 mai (mardi et jeudi 10 h.) a porté cette année sur les ferments du sang. Le cours a été complété par des conférences et démonstrations au laboratoire.

— Le cours de Zoologie (Reptiles et Poissons) du professeur Roule a été fait par M. l'assistant Jacques Pellegrin, à partir du 3 juin (mercredi et vendredi 14 h.). « Les Poissons du bassin du Congo (2e partie) ».

— Le cours de Minéralogie de M. le professeur Lacroix a commencé le 26 mai ; les leçons sont faites les mardis et samedis à 17 heures. Gîtes minéraux d'origine magmatique contenus dans les Roches intrusives et ceux formés à haute température et sous pression, en relation avec les magmas éruptifs.

Les mercredis, à 9 heures, au laboratoire, 61, rue de Buffon, continuation des conférences sur la classification des Roches éruptives.

— Parmi les lauréats de la Société de géographie de cette année, proclamés dans la séance du 22 mai, signalons le professeur Gruvel et l'assistant Pellegrin.

— Un incendie a détruit le Laboratoire d'Agronomie coloniale (Directeur M. Auguste Chevalier), installé dans de vieux bâtiments, 15, rue Cuvier. Les collections de brochures relatives aux cultures dans les colonies, et patiemment

Digitized by Google

accumulées depuis plusieurs dizaines d'années et les herbiers sont anéantis. En ce qui concerne ceux-ci, des doubles se trouvent fort heureusement dans les collections générales du Service de Botanique.

Aucun crédit n'étant prévu pour la reconstruction dans des cas semblables, il serait à craindre que les recherches d'Agronomie coloniale deviennent impossibles à Paris.

Ecole polytechnique. — Sont nommés examinateurs d'admission :

Mathématiques : titulaire, M. Got, répétiteur à l'École polytechnique ; suppléant, M. Gau, doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble.

Chimie : Suppléant, M. Guichard, professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Physique : suppléant, M. Bouthillon, répétiteur à l'École polytechnique.

Langues vivantes (allemand et anglais) : M. Mathis, professeur de lycée en retraite.

Ecole du génie maritime. — Le concours pour six places d'élèves libres aura lieu le 17 septembre à l'École, 3, avenue Octave-Gréard, Paris.

Ecole centrale des Arts et Manufactures. — Le vendredi 22 mai, le président de la République a inauguré les nouveaux laboratoires. Le directeur, M. Léon Guillet, qui a tant fait pour la réalisation de ces améliorations, a examiné la possibilité d'acquérir un terrain pour la construction d'ateliers, afin de compléter le programme qu'il a proposé au Conseil de l'École, présidé par M. Roger.

— Dans la séance du 21 juin, M. Guillet a été élu membre de l'Académie des Sciences, dans la section des applications de la Science à l'Industrie.

École du Génie rural. — Le concours pour cinq places d'élèves libres aura lieu le 21 septembre ; les ingénieurs agronomes ou agricoles et les licenciés ès-sciences sont dispensés d'une partie des épreuves. Les études des élèves libres sont sanctionnées par le diplôme d'ingénieur civil du Génie rural. Les demandes d'inscription doivent être adressées au Ministère de l'Agriculture. On trouve le programme, 19, avenue du Maine, Paris.

Université de Nancy. — L'Université estriautorisée à accepter la donation faite par la Société industrelle de l'Est pour la fondation d'un prix René-Nicklés et par M. Sauveur pour un prix Moissonnier en faveur d'une étudiante de la Faculté de pharmacie.

Université de Varsovie. — La commémoration du centenaire de la naissance de Charcot a été célébrée le 17 mai à la Faculté de Médecine, où une des salles de la clinique neurologique a été dénommée Salle Docteur-Charcot.

Le professeur Orzechowski, directeur de la clinique, a retracé la vie et l'œuvre du savant français.

Université de Pavie. — Le jour de l'Ascension, en présence du roi, des ministres et des représentants des universités italiennes et étrangères, a été célébré le XI[e] centenaire de l'Université. En 1922, elle comptait 1.800 étudiants. Les Facultés scientifiques sont celles de médecine et chirurgie, des sciences avec une École de chimie industrielle et une École de pharmacie. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 11 *mai* 1925

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Paul Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les propriétés projectives des congruences non W à complexe linéaire osculateur non spécial.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *André Roussel* (prés. par M. E. Goursat). — **Semi-continuité et recherche directe de certains minima.**

MÉCANIQUE. — *E. Henriot et E. Huguenard* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la réalisation de très grandes vitesses de rotation.**

Le stator présente un évidement conique d'axe vertical, où débouchent des tuyères dont les axes sont disposés comme des génératrices équidistantes d'un hyperboloïde à une nappe. Les gaz comprimés qui s'échappent de ces tuyères produisent une nappe gazeuse qui s'élève en tourbillonnant. Le rotor a la forme conique et, dans la région rencontrée par les jets de gaz, sa surface est creusée des tries à peu près dirigées suivant des méridiens. Ce rotor est ainsi maintenu en l'air, sans contact avec le stator, par le tourbillon gazeux et peut tourner à des vitesses considérables.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *P. Dumanois* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Au sujet de l'utilisation des antidétonants.**

La présence d'un antidétonant, comme le plomb tétraéthyle, dans des combustibles plus lourds que l'essence, assure une combustion régulière et permet d'obtenir un bon fonctionnement du moteur. Les essais effectués avec un mélange de 50 % d'essence, de 50 % de pétrole lampant additionné de 1,5 de plomb tétraéthyle ont donné un bon fonctionnement sans chocs, ni encrassement, et avec une consommation équivalente à celle obtenue avec l'essence seule.

MAGNÉTISME. — *R. Forrer.* — **Sur une anisotropie magnétique artificielle du nickel. Acquisition d'un état à cycle particulièrement simple.**

On a observé que la flexion d'un fil de nickel autour de cylindres ayant des rayons de plus en plus petits rend d'abord droite la partie réversible du cycle. La partie irréversible se relève de plus en plus et le champ coercitif atteint une valeur limite d'environ 9 gauss.

SPECTROSCOPIE. — *Josef Mikulas Mohr* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur l'effet de pôle des raies du baryum et du néodyme dans la partie visible du spectre.**

On compare, avec le spectrographe différentiel de Perot et Fabry, les spectres des lumières issues d'un des pôles et de la partie centrale de l'arc. On observe, pour les raies, un déplacement différent du pôle positif au pôle négatif. Dans les cas du calcium, où la plupart des raies appartiennent à des séries dissymétriques, les déplacements diffèrent d'une manière appréciable. Dans le cas du baryum et du néodyme, cet effet de pôle est beaucoup plus faible.

RADIOACTIVITÉ. — *M[me] J.-S. Lattès* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur une méthode d'analyse par absorption des rayonnements radioactifs.**

De nouvelles observations confirment qu'à chaque groupe de rayons primaires γ correspond un groupe défini de rayons β.

— *J. d'Espine* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le spectre magnétique de rayons β de grande vitesse du radium B + C.**

Deux appareils de modèles différents, permettant la mesure de la déviation des rayons β sous l'influence du champ magnétique, ont donné des résultats concordants pour trois groupes de rayons β émis à des vitesses v telles que les rapports à la vitesse de la lumière c ont des valeurs comprises entre 0,998 et 0,986.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Albert Baldit* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Mesures magnétiques dans le centre et l'est de la France.**

Ces observations ont eu lieu dans les départements de l'Ain, du Jura et de la Saône-et-Loire.

La variation séculaire des différents éléments magnétiques

Digitized by Google

(déclinaison, inclinaison, composante horizontale) diminue à mesure que la latitude augmente.

GÉOPHYSIQUE. — *Ernest Esclangon* (prés. par M. Brillouin). — **Sur les zones de silence par réflexion sur les surfaces de discontinuité atmosphérique.**

L'auteur tient compte de l'influence de la vitesse du vent sur la distribution des surfaces de discontinuité atmosphérique, pouvant produire la réflexion totale du son, et par suite sur la distribution des zones de silence.

— *Barré et Schnel* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur la propagation des ondes sonores dans le sol.**

Les observations effectuées lors des explosions de la Courtine, au moyen du chronographe et de géophones du Génie, ont donné, en ce qui concerne la vitesse de propagation des ébranlements dans le sol, des nombres comparables à ceux obtenus par MM. Maurain, Eblé, Labrouste, Mouronval et Escher-Desrivières. On a obtenu en outre une propagation de vitesse égale à 8.500 m. (± 700), pour une onde qui se raccorde assez bien avec les ondes P.

R. Dongier.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Mlle M. Marquis, MM. P. et G. Urbain.* — **Traitement du malacon. — Séparation du Celtium d'avec le zirconium.** —

Ce silicate de zirconium cristallisé (Madagascar) contient du celtium, avec Th, des terres rares, Ti, Cb, Ta. On l'attaque par l'acide sulfurique bouillant. On chasse l'excès de celui-ci par la chaleur et on reprend par l'eau. Dans la solution, on précipite Zr et Ct par SO^4K^2 à l'état des sulfates doubles que l'on sépare par précipitations fractionnées. On épuise ces sulfates par la solution saturée de carbonate de soude qui dissout moins facilement le sel de celtium. On fractionne ainsi les carbonates. Or bien que la celtine soit une base plus forte que la zircone, l'emploi de la soude en quantité limitée permet de précipiter la celtine, à cause de la plus grande stabilité du carbonate complexe zirconique. Déjà, après vingt et un fractionnements, les têtes ne présentent plus les raies fortes de Zr, et les auteurs n'ont pas voulu faire l'analyse quantitative par les rayons X, entachée d'erreur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. J. Simon.* — **L'oxydation chromique comparée et la structure moléculaire : dérivés tartriques et stéaroliques.**

On sait que le déficit d'oxydation chromique semble permettre la distinction de deux monoacides non saturés isomères. Le présent travail, groupant les résultats de nombreux acides, montre que ce déficit est compris dans des limites acceptables, mais on ne saurait encore tirer de conclusions décisives, en ce qui concerne les rapports de structure.

— *R. Delaby et G. Morel* (prés. par M. A. Behal). — **Sur les méthyl alcoylglycérine.**

Cette note nouvelle montre que la meilleure préparation est celle qui utilise la dibromhydrine, obtenue en partant de l'aldéhyde crotonique qui conduit aux propenylalcoylcarbinols, que l'on bromure. La dibromhydrine est transformée en diacétine, que l'on alcoolyse. On obtiendrait les éthyalcoyl-glycérines en partant de l'aldéhyde correspondante.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Nemec et K. Krapil* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Sur la présence des nitrates dans les sols forestiers.**

L'humus et la couverture morte des peuplements feuillus sont relativement riches en azote nitrique : 8 à 30 millig. d'azote nitrique par kilo de matière sèche dans l'humus.

— *F. Coulurier et S. Perraud* (prés. par M. A. Th. Schlœsin) — **Sur quelques propriétés de l'urée vis-à-vis des sols.**

L'urée et ses sels constituent de nouveaux engrais azotés d'une haute valeur. Il n'y a pas fixation par le sol, mais transformation rapide en carbonate d'ammoniaque qui échappe comme le sulfate d'ammoniaque à l'entraînement par la pluie.

— *A. Auguet et A. Bruno* (prés. par M. G. Bertrand). — **Persistance de l'azote dicyandiamidique dans une cyanamide calcique moulée, après plusieurs mois de séjour dans le sol.**

Le moulage supprime la poussière irritante de ce nouvel engrais, mais il entraîne la formation de son dimère, la dicyandiamide, toxique pour le microorganisme du sol. Les chimistes agricoles auront à doser ce produit dans les cyanamides agglomérées et à ne permettre que la présence de quelques centièmes.

A. Rigaut.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand et M. Machebœuf.* — **Sur la présence du nickel et du cobalt chez les animaux.**

En dehors des tissus musculaires et adipeux, les auteurs ont trouvé du nickel dans toutes les autres parties de l'organisme examinées. Chez l'homme et chez les animaux supérieurs, le foie s'est présenté comme un organe relativement riche, sinon le plus riche, en nickel. Dans le pancréas du taureau, le poids de nickel a été trouvé du même ordre de grandeur que dans le foie.

Quant au cobalt, c'est seulement jusqu'ici par la réaction colorée qu'il donne avec la diméthylglyoxime et que montre l'eau mère séparée du nickel, que MM. Bertrand et Mâchebœuf ont pu en constater la présence.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Lythracées. Développement de l'embryon chez le Lythrum Salicaria L.**

Le *Lythrum Salicaria*, au point de vue de l'embryogenèse, se range à côté des espèces chez lesquelles les lois du développement sont particulièrement nettes, très simples et aussi constantes que possible. On y observe, comme chez l'*Œnothera biennis*, des formes tri, hexa et dodécacellulaires tout à fait semblables, résultant d'un retard très caractéristique des divisions dans les éléments dérivés de la cellule inférieure du proembryon bicellulaire.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *C. Charaux* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur la datiscine (datiscoside), glucoside du Datisca Cannabina L. et sur ses produits de dédoublement.**

Il résulte des recherches de l'auteur que les racines du *Datisca cannabina* L. renferment, en abondance, un glucoside donnant, par dédoublement par les acides, une molécule de datiscétine, une molécule de glucose et une molécule de rhamnose.

Par dédoublement fermentaire, la datiscine donne une molécule de datiscétine et une molécule de rhamnoglucose identique au rutinose de la rutine.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marc Bridel* (prés. par M. L. Guignard). — **Le primevérose, les primevérosides et la primevérosidase.**

Cinq glucosides cristallisés fournissent, par hydrolyse fermentaire, du primevérose : primevéroside (primevérine), primulavéroside (primulavérine), gentiacauloside, monotropitoside et rhamnicoside. Ces glucosides à primevérose doivent être désignés, d'après l'auteur, sous le nom générique de *primevérosides*, nom qui se trouve être celui du premier terme connu de cette catégorie. Il propose le nom de *primevérosidase* pour désigner leur ferment.

La *primevérosidase* est le ferment des primevérosides lévogyres, dérivés du primevérose β. La *primevérase* est le ferment du primevérose, qui donne sous son action du xylose et du glucose. Ce ferment n'a pas encore été signalé dans le règne végétal.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Raymond Hamet* (transm. par

Digitized by Google

M. P. A. Dangeard). — **Sur les formations cribro-vasculaires (médullaires) de deux Crassulacées.**

L'auteur signale l'existence de formations cribro-vasculaires dans le parenchyme médullaire de la tige florifère de l'*Echeveria gibbiflora* D. C. La structure de ces cordons surnuméraires est sensiblement identique à celle qu'il a décrite antérieurement dans le *Greenovia terræ* La Perr. Ces formations sont analogues à ce qu'on observe chez la plupart des Monocotylédones, avec cette différence qu'elles possèdent du bois secondaire.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel* (près, par M. P. A. Dangeard.) — **Nouvelles recherches sur l'hérédité chez le Topinambour greffé.**

En 1921, l'auteur a greffé le Topinambour type sur le soleil annuel ; il a obtenu à la fois des graines et des tubercules aériens. A la suite du semis des graines il a obtenu des plantes variées dont l'une a des tubercules allongées, lissés, obtus à la base comme une racine de carotte potagère et qui sont très agréables au goût (*Helianthus tuberosus dauciformis.*)

Les descendants du tubercule aérien ont fourni un type différent de l'ancien par la disposition, la forme et l'état de la surface des tubercules souterrains. Ces différences, consécutives à la greffe de 1921, se sont maintenues jusqu'ici par multiplication purement végétative.

Des Topinambours ayant pour épibiote l'*Ambrosia trifida* ont produit des tubercules dont l'un pesait plus de 40 grammes.

BOTANIQUE. — *A. Maige* (près. par M. M. Molliard). — **Méthodes diverses d'application du niveau du seuil de condensation amylogène.**

Des quatre méthodes indiquées, l'une consiste dans l'étude de la marche de la condensation. Une autre, applicable tout au moins aux cellules d'un même organe, consiste à disposer ce dernier sur une solution de glucose qui humecte seulement la face inférieure. Si l'on arrive à obtenir une réaction, soit exclusive, soit nettement plus précoce, dans des cellules qui par leur situation ont un taux de sucre inférieur ou au plus égal à d'autres, on pourra supposer un seuil de condensation plus bas en leur faveur.

Les diverses méthodes exposées se complètent et se contrôlent les unes les autres ; la possibilité de leur application ou leur usage plus ou moins aisé dépend évidemment des cas étudiés.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *H. Labbé et B. Théodoresco* (près par M. Charles Richet) — **Action de l'insuline sur le métabolisme azoté.**

Le métabolisme azoté reçoit une accélération manifeste du fait de la mise en circulation d'un supplément d'insuline dans l'organisme. L'animal brûle davantage ses tissus que dans les périodes normales ; il consomme ses réserves azotées.

Le phénomène de la déperdition azotée s'observe déjà pour des injections d'insuline correspondant à 0,6 unité physiologique par kilogramme d'animal.

ZOOLOGIE. — *Armand Dehorne* (près. par M. F. Mesnil) **Observations sur la biologie de *Nereis diversicolor*.**

Le *Nereis diversicolor* n'est ni hermaphrodite ni vivipare ; quant à la parthénogenèse, elle demeure possible.

Selon l'auteur, quand un mâle arrive à maturité, toutes les femelles surmatures (vert plus ou moins sombre), se trouvant dans un certain rayon, sont excitées positivement par ses sécrétions. elles se mobilisent vers lui. Leur jeu, au contact du mâle qu'elles enserrent, finit par provoquer l'émission de son sperme et la sortie de leurs ovules.

Chez des femelles vert sombre, conservées dans un cristallisoir, l'auteur a observé une transformation curieuse qui se fait progressivement, à partir du 12e sétigère, une modification qui rappelle plusieurs traits de l'épitoquie.

PHARMACODYNAMIE. — *Goris et M. Metin* (prés. par M. Guignard). — **Altération des solutions d'aconitine au cours de leur vieillissement.**

Une solution aqueuse très diluée d'azotate d'aconitine est devenue, après quatre mois, six fois et demie moins toxique qu'au moment de sa préparation.

Une solution d'azotate d'aconitine dans l'alcool à 70 degrés, dont la dose minimum toxique était de 7 unités toxiques lors de sa préparation, ne provoque la mort que pour 9 unités au bout d'une semaine, de 11 au bout de trois semaines et de 12 au bout d'un mois. La diminution est donc moins forte que dans l'eau, mais cependant notable.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 18 mai 9225

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *V. Romanowsky* (transm. par M. Emile Borel). — **Généralisation d'une inégalité de A. Markoff.**

RELATIVITÉ. — *J. Le Roux* (prés. par M. G. Kœnigs). **La variation de la masse.**

NAVIGATION. — *F.-E Fournier.* — **Propriétés générales de la houle satellique simple entretenue par la translation des carènes de formes favorables à leurs grandes vitesses.**

OPTIQUE. — *Maurice Hamy.* — **Sur la taille des surfaces optiques, à sections méridiennes elliptiques ou hyperboliques.**

L'auteur montre comment on peut réaliser une surface ellipsoïdale ou hyperboloïdale de révolution, en appliquant une propriété commune à l'ellipse et à l'hyperbole, à savoir que les projections de l'un quelconque des foyers sur les tangentes se trouvent sur le cercle principal ayant comme diamètre l'axe passant par les foyers.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.**

Certaines bandes d'absorption infrarouges de l'oxygène, de l'oxyde de carbone, de l'acide cyanhydrique, du gaz ammoniac, de la vapeur d'eau et du méthane, mesurées récemment, satisfont à la relation déjà indiquée par M. Deslandres ; leur fréquence est, à une faible différence près, un multiple de la fréquence élémentaire 1062,5.

— *S. Pina de Rubies* (prés. par M. G. Urbain). — **Nouvelles raies du lanthane dans le spectre d'arc à pression normale entre 3.100 U. A. et 3.200 U. A.**

Les mesures ont été effectuées avec des échantillons d'oxyde de lanthane très purs faisant partie de la collection de M. G. Urbain.

— *Jean Lecomte* (près. par M. A Cotton). — **Spectres d'absorption infrarouges des aldéhydes et des cétones.**

Il s'agit des mesures effectuées sur des corps nouveaux, avec un appareil plus dispersif que ceux employés dans les recherches antérieures. Les bandes observées sont bien définies à tel point qu'elles pourraient être utilisées dans des recherches analytiques.

ELECTROOPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). **Biréfringence électrique du limonène.**

La constante de Kerr du limonène est intermédiaire entre celle du benzène et celle du toluène ; elle est à peu près quatre fois supérieure à celle du pinène. Cette différence résulte de la présence, dans la molécule, d'une double liaison extérieure au noyau, qui détermine une mobilité plus grande des électrons optiques de valence et par suite un accroissement de biréfringence.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *L. de Broglie et Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur l'interprétation physique des spectres X d'acides gras.**

Les raies d'ordre impair sont très intenses par rapport

Digitized by Google

aux raies d'ordre pair; l'intensité des deux séries décroît régulièrement à mesure que l'ordre de la réflexion augmente. C'est exactement l'inverse de ce qui se passe pour le sel gemme, et cela tient à la distribution des plans COOH à grande densité électronique et des plans à densité faible ou nulle séparant CH^3 de deux molécules voisines.

RADIOACTIVITÉ. — *Mlle Irène Curie et M. Nobuo Yamada* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les particules de long parcours émises par le polonium.**

De nouvelles expériences, effectuées en combinant des méthodes mises séparément en œuvre par chacun des auteurs, confirment les résultats obtenus antérieurement. Malgré les précautions prises dans la fabrication des sources, il subsiste des particules de long parcours de l'ordre de quatre fois celui des rayons α du polonium; on est amené à penser qu'il s'agit de rayons H projetés par les rayons α.

— *Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin. — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

Le coefficient massique d'absorption apparente $\frac{\mu}{\rho}$ des rayons β est une fonction linéaire du numéro atomique N du corps simple absorbant; ce résultat a pu être étendu par M. Fournier au corps lourd, il a eu soin pour cela de se débarrasser du rayonnement secondaire. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Chevenard et A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Résultats obtenus par l'étude dilatométrique des fontes.**

Le dilatomètre différentiel enregistreur de l'un des auteurs (C. R. Acad. 1917) a permis de suivre les transformations complexes qui s'effectuent au cours du chauffage et du refroidissement, l'influence du silicium dans la graphitation, le coefficient de partage du manganèse entre la cémentite et la ferrite, suivant le recuit. Tout fait espérer que l'on arrivera à caractériser la tendance à la graphitation comme on sait définir le pouvoir trempant d'un acier. Les métallurgistes, comme les chimistes, ont désormais une méthode d'analyse qualitative et quantitative supérieure à la méthode thermique pour les réactions qui s'accomplissent en milieu solide.

— *X. Waché et G. Chaudron* (prés par M. H. Le Chatelier). — **Influences des traitements thermiques et mécaniques sur la vitesse de dissolution de l'aluminium dans l'acide chlorhydrique.**

On opère avec Cl 2,53 normal; les impuretés (Fe, Si) ne jouant pas un rôle quantitatif, elles forment avec le métal de Deville des solutions solides d'autant moins homogènes que le métal a été refroidi plus rapidement. Le recuit et l'écrouissage qui amènent une uniforme répartition diminuent la vitesse de dissolution. Avec un aluminium refroidi rapidement et le même refroidi lentement et recuit 41 heures à 580°, les vitesses sont 5 et 9.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *E. Demoussy* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le déplacement des acides par la diffusion.**

Une note antérieure mettait en évidence l'étude du déplacement au moyen de la diffusion fractionnée. La note actuelle examine l'action de quelques acides organiques sur les chlorures; les mobilités relatives des ions de ces derniers et l'ionisation de l'acide permettent de prévoir le sens du partage dans les produits de diffusion.

CHIMIE MINÉRALE. — *H. Pelabon* (prés. par M. Le Chatelier) **Sur la formation directe des oxybromures de mercure.**

L'oxyde et le bromure sont mis en suspension dans l'eau. Alors qu'il suffit de quelques jours, quand on opère dans le verre, il faut des mois dans le quartz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mlle S. Leduc* (transm. par M. Haller) **Action des p.-bromanisyl et p.-bromotolyl-magnésiens sur le camphre.**

Complétant les recherches des arylbornéols tertiaires d'Haller et Bauer, l'auteur a préparé, avec des rendements presque doubles, ces alcools tertiaires avec leurs produits de déshydratation, les arylcamphènes.

— *L. Bert.* — (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur une méthode générale de synthèse de dérivés ω-chlorallylés cycliques, et par eux de carbures acétyléniques, d'alcools et d'aldéhydes cycliques.**

On part du dichloro-1-3-propène, condensé avec divers magnésiens; on arrive, par exemple avec le bromure de phénylmagnésium, à obtenir l'ω-chlorallylbenzène (rendement quantitatif) $C^6H^4 — CH^2 — CH = CHCl$ dont les aptitudes réactionnelles permettent de préparer de nombreux produits nouveaux.

— *G. Brus* (prés. par M. P. Sabatier). — **Action du chlore sur le pinène α.**

Cette action est très complexe; au lieu du dérivé normal d'addition, on obtient le chlorure de tricyclène par une transposition moléculaire analogue à celle du chlorure de bornyle à partir du chorhydrate tertiaire.

— *R. Lantz et A. Wahl* (transm. par M. Haller). — **Sur les aryliminonaphtoquinones. Action des amines aromatiques.**

Cette nouvelle note de chimie est importante au point de vue industriel; elle envisage l'action de l'aniline en solution cétonique sur la phenylimino-1-naphotoquinone conduisant à la phénylimino-1-phénylamino-4-naphtoquinone 2 et sa forme tantomère. A Rigaut.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marin Molliard.* — **Comment agissent les températures élevées, compatibles avec la vie, sur le développement des cellules.**

Le *Sterigmatocystis nigra* présente une vitesse de développement maxima à une température d'environ 36° C. Entre 36° et 44°, on observe une diminution progressive de la vitesse en question; en même temps le mycélium acquiert une série de caractères très particuliers (cellules renflées, vésiculeuses et souvent de dimensions géantes, coloration bleue par l'iode de la membrane cellulaire, mycélium stérile, diminution de la teneur en cendres du mycélium).

Si le mycélium développé à 44° vient à être porté à une température un peu supérieure, il cesse de s'accroître et sa teneur en cendres prend une valeur d'environ 4 %. C'est qu'alors la membrane cytoplasmique a perdu les propriétés qu'elle possède tant qu'elle reste vivante et se laisse traverser, sans aucune élection, par toutes les substances.

— *St. Jonesco* (prés. par M. M. Molliard) **L'action des acides minéraux et organiques combinée à celle du sodium métallique sur le rougissement de quelques flavones.**

L'hydrogène naissant ne réduit pas les flavones en pigment rouge; le sodium métallique seul est l'agent de la modification des chromogènes flavoniques. Le rougissement est dû à l'action des acides minéraux (HCl et SO^4H^2) sur le flavone modifié par le sodium; le produit rouge ainsi obtenu n'est pas une anthocyane.

GÉOLOGIE. — *L. Cayeux* (prés. par M. H. Douvillé). — **Origine sous-marine des silex en rognons et lits de la craie du Bassin de Paris.**

Diverses observations, relevées sur le terrain, démontrent que les silex du Bassin de Paris ont pris naissance, en presque totalité, dans la boue crayeuse en voie de dépôt. Les silex se formaient en quelque sorte au fur et à mesure que la craie se déposait. Des silex en rognons ont été engendrés assez tôt pour être remaniés dans la craie dont ils procèdent.

— *Frédéric Hermann* (transm. par M. Ch. Depéret). —

Digitized by Google

Sur le faisceau de plis en retour de Valsavarenche et les prolongements de l'éventail de Bagnes dans les Alpes franco-italiennes.

Le massif du mont Pourri et le massif entier de la Vanoise appartiennent en entier, et non en partie, aux prolongements de l'éventail de Bagnes, qu'il convient, désormais, de nommer à nouveau de son ancien nom, plus compréhensif, d'éventail *franco-italien*.

PÉDOLOGIE. — *A. Demolon* (prés. par M. Lindet). — **Sur la constitution chimique de la terre à brique.**

Sur le terrain, l'ergeron se distingue en général nettement de la terre à brique jaune rouge par sa teinte jaune clair. Corrélativement, on constate une proportion d'oxyde de fer plus élevée dans la terre à brique.

L'analyse chimique a été effectuée simultanément sur chacun des cinq fractionnements de la lévigation opérée après l'élimination des traces de carbonates terreux par HCl à 2 pour 100 à froid : argile, limon fin, sable fin, sable moyen.

On ne trouve dans ces limons quaternaires ni sulfates, ni soufre combiné en quantité dosable. On peut aussi conclure à l'absence d'alumine libre et de phénomènes de latérisation.

BOTANIQUE APPLIQUÉE. — *Aug. Chevalier* (prés. par M. Henri Lecomte). — **Sur les Légumineuses de la tribu des Téphrosiées cultivées dans les pays tropicaux pour capturer le poisson : leurs usages et leur distribution géographique.**

Indépendamment des *Tephrosia* (*T. purpurea*, *T. Vogeli*, *T. Singapou*), l'auteur signale comme espèce cultivée en vue d'intoxiquer les poissons le *Mundulea sericea* (Willd.) Ces Téphrosiées constituent des cultures améliorantes de premier ordre, grâce à l'abondance sur leurs racines de tuberculoïdes à bactéries. Elles pourront aussi devenir la source de produits insecticides recherchés par l'agriculture tropicale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lindet.* — **Sur la coagulation de la caséine en présence des sels de chaux en solution acide.**

Le caillage spontané du lait n'est pas dû au seul fait que les ferments lactiques l'ont acidifié ; il tient à ce que l'acide lactique formé a dissous la chaux qui minéralisait la caséine, qu'elle soit à l'état de caséinate ou de phosphate ou que ce phosphate ait été formé aux dépens des phosphates alcalins, par l'addition de chlorure de calcium que l'auteur a préconisée en 1913 et qui se répand de plus en plus en fromagerie.

— *W. Kopaczewski.* — (prés. par M. d'Arsonval). — **Analyse électrocapillaire des colloïdes colorants.**

Les faits déjà établis permettent d'instituer une méthode ultra-rapide et sensible d'analyse qualitative des matières colorantes colloïdales : il suffit de poser une goutte d'une matière colorante colloïdale sur une feuille de papier-filtre et, selon l'image observée, on peut fixer si l'on se trouve en présence d'un colloïde négatif, positif ou amphotère.

— *Ch. Porcher* (prés. par M. L. Lindet). — **Les divers complexes caséinate de chaux + phosphate de chaux et leur façon de se comporter vis-à-vis de la présure.**

La caséine existe dans le lait sous la forme d'un composé calcique uni colloïdalement à des phosphates de chaux insolubles. C'est à cet ensemble que l'auteur donne le nom de *complexe caséinate de chaux + phosphate de chaux.* Il pense que c'est ce dernier sel qui joue le rôle essentiel dans la formation du caillé. A son avis, ce sont les micelles de phosphate de chaux qui entraînent celles du caséinate de chaux. Le rôle de la présure est de diminuer la viscosité du milieu, ce qui tend à rendre plus mobiles les micelles de phosphate calcique auxquelles sont unies celles du caséinate et à en faciliter la soudure.

— *G. Guittonneau* (prés. par M. Lindet). — **Sur le rôle de la présure et son mode d'action dans la fabrication des fromages à pâte cuite** (Gruyère et Emmenthal).

L'auteur rend compte des recherches qu'il a poursuivies sur les laits de Monay et de Poligny, la présure agissant beaucoup mieux sur le premier que sur le second. L'expérience lui a montré l'excellent parti qu'on peut tirer du chlorure de calcium pour favoriser l'action de la présure sur le lait de Poligny, d'un travail particulièrement difficile.

— *Lemoigne* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur l'origine de l'acide β — oxybutyrique obtenu par processus microbien.**

Les bacilles M non autolysés renferment un produit amorphe qui peut être isolé par le chloroforme et qui, par saponification, donne de l'acide α-crotonique. Ce produit peut être considéré comme la substance mère de l'acide β oxybutyrique qui se forme au cours de l'autolyse.

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau.* — **Sur la culture d'une Algue phéosporée épiphyte, *Strepsithalia Liagorœ* sauv.**

L'auteur expose les résultats des essais de culture qu'il poursuit depuis 1921. La culture de zoospores des sporanges uniloculaires et des sporanges pluriloculaires, pris dans la nature, lui a fourni des plantules, semblables entre elles, dont les organes reproducteurs de première et de seconde génération furent uniquement des sporanges pluriloculaires.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *P. Lasareff* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la sensation de l'intensité des sons d'après la théorie ionique de l'excitation.**

L'auteur admet qu'il y a des cellules de différentes sensibilités, disposées sur une même fibre de Corti, et qu'il existe une série de fibres ayant une même fréquence de vibrations. D'après ces hypothèses, la réaction dans les cellules n'existe pas pour des sons très faibles ; les sons de plus en plus intenses produisent une réaction dans des cellules de plus en plus nombreuses, et le nombre des cellules excitées nous donne une sensation de l'intensité. Les sons très intenses doivent être ressentis comme des sons plus graves.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *R. Legendre* (prés. par M. L.-F. Henneguy). — **Principe d'une méthode de dosage des variations de l'acide carbonique dissous.**

D'une manière générale, on peut faire barboter dans le liquide un courant d'air privé de CO^2, recueillir et titrer l'acide carbonique dégagé et entraîné, déterminer le P_H du liquide ainsi traité pour contrôler sa stabilité en ions non volatils. Deux mesures faites simultanément sur deux eaux, primitivement identiques et dans l'une desquelles un être vivant a séjourné un certain temps, permettent de connaître avec une grande précision et une grande finesse les échanges d'acide carbonique de cet être avec son milieu.

Ces dernières méthodes sont applicables, avec de légères adaptations, à tous les liquides biologiques internes, tels que le sang, l'urine, etc., et aux milieux aquatiques externes : eaux douces et eau de mer.

BIOPHYSIQUE. — *A.-H. Roffo* (prés. par M. Perrin). — **Cholestérine et hémolyse.**

Les recherches de l'auteur sur les hémolysines naturelles et la variation de leur taux avec l'âge de l'animal l'ont conduit à doser la cholestérine et l'ensemble des autres lipoïdes dans le sérum d'animaux (rats) de différents âges.

Alors que les lipoïdes se maintiennent à un niveau à peu près égal à 4 gr. pour 1000, on voit croître nettement en moyenne le pourcentage de cholestérine avec l'âge de l'animal, comme croît le pouvoir hémolytique du sérum vis-à-vis d'hématies déterminées

Digitized by Google

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Clément Simon, Ch. Flandin, Séguin* et *Lecoq* (prés. par M. Desgrez). — **Action, *in vitro*, des extraits pancréatiques sur le trypanosome du Nagana et le *Spirochœta Gallinarum*.**

Certains extraits organiques sont capables d'agir seuls, en l'absence de tout arsenical, sur les trypanosomes et les spirochètes, à des doses relativement faibles. Ce phénomène est particulièrement marqué pour l'insuline. Dans les mêmes conditions de temps et de température, les solutions d'insuline sont au moins quatre fois plus actives, à l'égard des trypanosomes, que les solutions chlorhydriques d'acidité correspondante.

CHIRURGIE. — *Robineau* et *G. Contremoulins* (prés. par M. Bazy). — **Réactions de l'organisme humain sur les pièces prothétiques ou synthétiques en os hétérogène stérilisé par l'alcool bouillant.**

Toute pièce osseuse hétérogène est résorbée par l'organisme humain, si elle est mobile dans le milieu où elle est incluse. Toute pièce osseuse est conservée dans l'organisme si elle est immuablement fixée à l'os qu'elle a pour objet de réparer ou de reconstituer. Toute pièce osseuse subit un commencement de résorption dès qu'elle prend de la mobilité. Si la mobilité vient à disparaître, la résorption s'arrête.

P. GUÉRIN.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Jean Lorenzini. — Théorie des Vitamines et ses applications. Essais de Vitaminologie. In-8° de 90 pages avec 8 planches. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

Raoul Blanchard. — Les Alpes françaises. In-16 de 120 p. et 23 cartes (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

C. Marie. — Tables annuelles de constantes et données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie. In-4° de 804 pages. 1re partie. Vol. 5, C. Marie, 9, rue de Bagneux Paris. — Prix : 125 francs.

Charles Cailler. — Introduction géométrique à la mécanique rationnelle. Publiée par MM. H. Ferhr et R. Wavre. Villars, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

P. Diffloth. — Les méthodes modernes en aviculture. In-8° de 500 pages avec 216 figures. Saillière et fils éditeurs, Paris. — Prix : 33 francs.

Dr *Cattier.* — La blennorragie chez l'homme et chez la femme, 3e édition. In-8° de 575 pages avec figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 24 francs.

J. Laumonier. — Le freudisme. Exposé et Critique. In-16 de 300 pages (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Louis Roule. — Daubenton et l'Exploitation de la nature. In-18 de 242 pages. Flammarion, éditeur Paris. — Prix : 7 fr. 95.

Dr *Caissaigneau.* — Monisme vitaliste, mécanisme de la fonction nerveuse. In-12 de 360 pages. Guitad, éditeur, Paris. — Prix : 16 francs.

H. Bouasse. — Optique cristalline, polarisation rotatoire, états mésomorphes. In-8° de 400 pages, avec figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

A. Chatelet. — Les groupes abéliens et les modules de points entiers. In-8° de 243 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Emile Borel. — Principes et formules classiques du calcul des probabilités. Fasc. I du tome I du Traité du calcul des probabilités. In-8° de 160 pages avec 29 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Emile Borel. — Mécanique statistique classique. Fasc. 3 du tome II du Traité du calcul des probabilités. In-8° de 148 pages avec 13 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

F. M. Jaeger. — Le principe de Symétrie et ses applications. Tr. de l'anglais par P. Gérald et J. Chevrier. Préface de M. Moureu, membre de l'Institut. In-8° de 417 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 55 francs.

G. Valiron. — Fonctions entières et fonctions méromorphes. Fasc. 2 du Mémorial des Sciences mathématiques. In-8° de 150 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Paul Appell. — Séries hypergéométriques de plusieurs variables polynomes d'Hermite et autres fonctions sphériques de l'hyperespace. In-8° de 150 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Chevreux et Fage. — Faune de France, 9 Amphodes. In-8° de 488 pages avec 438 figures. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Quemper de Lanascol. — Géométrie du compas. In-8° de 405 pages avec 297 figures, Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 24 francs.

J. H. Jeans. — Théorie du rayonnement et des Quanta. Trad. sur la 2e édit. anglaise par G. Juvet. In-8° de 125 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 13 francs.

Paul Dupont. — La mécanique nouvelle démontrée par les principes classiques. In-8° de 145 pages, Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

René Audubert. — Les applications usuelles de la chimie. In-8° de 185 pages avec figures. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Emile Gau. — Calculs numériques et graphiques. In-16 de 206 pages avec 33 graphiques et 10 tables (*Collection A. Colin*). Colin éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Pierre Sève. — Les courants alternatifs. In-16 avec 117 figures et graphiques (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Schils et Cornet. — Installations téléphoniques. In-8° de 370 pages avec 241 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Pierre Lemay. — La Chimie du bismuth. In-18 de 105 pages. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

G. Molliex. — Analyse bactériologique des eaux potables. In 18 de 112 pages. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Dr *Legrain.* — Les grands narcotiques sociaux. In-8° de 460 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Guichard. — Les industries de fixation de l'azote. In-16 avec 21 figures (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

J. Fritsch. — Fabrication de la fécule et de l'amidon d'après les procédés les plus récents. In-8° de 425 pages avec 90 figures. A. Legrand, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

F. Monier, F. Chesney et *E. Roux.* — Traité théorique et pratique des fraudes et falsifications. Tome I. In-8° de 1.220 pages. Société du Recueil Sirey, 22, rue Soufflet, Paris. — Prix : 60 francs.

De Beauchamp. — Leçons préliminaires de Zoologie. In-8° de 370 pages avec 252 figures. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Le Gérant : A. DESNOIX.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 17 — 67e ANNÉE — 11 JUILLET 1925

LA LUTTE INTERNATIONALE CONTRE L'OPIUM ET LES DROGUES STUPÉFIANTES

Conventions de Gevève 1925.

De tout temps l'homme a cherché dans l'ivresse ou dans l'usage des excitants d'origine végétale, un oubli et une euphorie qui fassent diversion à ses souffrances, à ses misères ou à ses soucis.

Depuis le vin de notre ancêtre Noé, ou les boissons fermentées les plus bizarres des peuplades encore primitives, jusqu'aux alcaloïdes de la chimie moderne, on trouve une série de produits dont l'usage procure des illusions sensorielles, mais dont l'abus conduit plus ou moins rapidement à la déchéance physique et morale.

La légion des fanatiques de ces drogues tend à s'accroître chaque jour : aux fumeurs d'opium d'Extrême-Orient, aux habitués du hachich en Asie occidentale et en Afrique, aux masticateurs de Coca au Pérou, s'ajoutent maintenant les « toxicomanes » de la morphine, de l'héroïne et de la cocaïne.. L'usage immodéré de ces dernières, plus dangereux, tend même hélas à se substituer aux premières et leur trafic illicite, à cause de leur peu de volume et du gain certain qu'il procure, est des plus considérables ; aussi est-il nécessaire d'organiser contre cette contrebande une lutte sans merci.

Mais il ne suffit pas, pour cela, d'édicter des règlements sévères à l'intérieur de chaque Nation, comme cela fut fait après la Convention internationale de La Haye en 1912 : une semblable méthode est inopérante. Le danger étant commun, la coordination des efforts devient indispensable et seule la coopération internationale permettra une répression efficace.

Aussi, la Société des Nations s'est-elle émue à juste titre de la situation menaçante créée par l'invasion des stupéfiants et a-t-elle convoqué toutes les puissances à une Conférence internationale qui s'est réunie à Genève le 3 novembre 1924.

Quarante et une d'entre elles s'étaient fait représenter, et après quatre mois de discussions animées et toujours très délicates, il en est résulté des engagements précis dont il faut attendre d'heureux résultats, s'ils sont tenus p r tous les pays, avec la plus entière bonne foi.

La besogne était difficile, les problèmes posés multiples et des intérêts légitimes, parfaitement licites, s'opposaient souvent à l'adoption de mesures radicales. C'est qu'en effet, toutes ces drogues malfaisantes ont aussi des applications heureuses en thérapeutique, et si le toxicomane paraît fort peu intéressant en lui-même, le malade en revanche a droit au médicament dont il attend la guérison ou le soulagement.

La question de l'opium fut plus particulièrement passionnante, car elle se présente sous deux aspects différents : 1° *l'opium préparé* pour être fumé, dont l'usage immodéré en Extrême-Orient constitue, depuis un ou deux siècles, un danger permanent ; 2° *l'opium brut* et surtout les alcaloïdes stupéfiants qu'on en extrait, morphine et héroïne, dont la consommation s'étend chez tous les peuples, avilis-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

sant des millions d'individus et constituant une véritable plaie sociale qu'il faut guérir à tout prix.

La Conférence a résolu de diviser ses travaux et de traiter à part le problème des fumeurs d'opium qui a fait l'objet d'une Convention spéciale.

I. — *Opium à fumer*

L'opium est le suc laiteux desséché, provenant d'incisions faites dans la paroi du fruit encore vert du Pavot (*Papaver somniferum L.*).

Employé comme médicament plusieurs siècles avant Jésus-Christ, il était produit sans doute uniquement en Asie-Mineure. Bien connu des Arabes qui vulgarisèrent son usage, il pénétra alors, avec l'Islamisme, au Moyen âge, dans les Indes et plus tard en Chine.

Plus tard encore, la grande « Compagnie des Indes » inaugura le commerce de la drogue en 1773 et réserva bientôt, exclusivement à ce trafic, deux petits navires, si bien que vingt ans après, les Chinois, devant les abus causés par cet envahissement, se plaignirent avec force, mais sans succès. En 1820, les autorités de Canton interdirent complètement l'entrée de l'opium dans le port. Ce fut le départ d'une contrebande intense et lucrative, qui amena le conflit anglo-chinois dit « Guerre de l'Opium », terminé par le traité de Nankin en 1842. Celui-ci ouvrait cinq ports de la Chine au commerce étranger et aboutissait finalement à cette conclusion monstrueuse, que l'*opium était déclaré article légal de commerce*. Comment s'étonner que la consommation de ce produit ait gagné tout l'Extrême-Orient.

Avant d'aller plus loin, il est bon de rappeler que ce trafic illicite se fait sous deux formes : ou en opium brut tel qu'il est récolté, ou en opium ayant subi des manipulations qui le transforment et le rendent propre à sa consommation par les fumeurs.

Jusqu'au XVIIIe siècle, l'opium semble n'avoir jamais eu d'autres usages que ceux de la thérapeutique ; c'était un médicament héroïque particulièrement recommandé, sous forme de mélanges fameux préparés, ou mystérieusement, ou bien au contraire en grande pompe officielle et désignés généralement sous le nom de « thériaques », dont certaines formules étaient encore récemment en honneur dans nos Pharmacopées européennes.

C'est sans doute pourquoi l'usage de manger la drogue s'est conservé dans certains districts de l'Inde, où la boulette d'opium fait pour ainsi dire partie de la ration alimentaire ; il y a donc lieu de se demander si cet usage n'est pas sans utilité chez ces populations misèreuses, ayant à lutter constamment contre les maladies pernicieuses endémiques. En tout cas, cette pratique ne présente vraiment pas un grave danger pour la Société.

En revanche, nulle part, dans les ouvrages anciens, on ne retrouve les raisons de la coutume de fumer l'opium. Or, la préparation en est difficile et délicate : cuisson, fermentation, crépage, etc., sont autant d'opérations qu'il faut mener avec soin pour obtenir un produit apprécié du fumeur.

Toujours est-il que l'usage abusif s'en est propagé en Chine vers la deuxième moitié du XVIIIe siècle, pour s'étendre comme un fléau général au cours du XIXe siècle. En 1870, un rapport officiel accusait dans certains endroits une proportion de fumeurs de 15 à 20 % de la population adulte.

De 1903 à 1917, la Chine fit un superbe effort en vue de supprimer cette plaie hideuse et décréta la suppression de la culture du pavot : le but était à peu près atteint à cette dernière date, et il restait seulement à lutter contre la contrebande de la Perse et de l'Inde, car l'Indochine française a également supprimé cette culture sur son territoire.

La lutte contre l'opium en Extrême-Orient fut une des raisons de la guerre des Philippines ; et les États-Unis d'Amérique, maîtres de ces îles, ont entrepris une campagne ardente, personnifiée par l'évêque Brent qui en est l'apôtre. C'est aussi sur l'initiative des présidents Roosevelt et Taft, qu'ont été réunies les Conférences de Shang-Haï, 1909, et La Haye, 1912. Mais les mesures alors édictées sont demeurées insuffisantes ou non exécutées ; la grande guerre est survenue et l'anarchie politique chinoise s'ajoutant à tout cela, la situation est de nouveau aussi grave qu'auparavant. C'est pourquoi la Société des Nations vient à son tour de provoquer dans le monde entier un mouvement d'opinion auquel, il faut l'espérer, rien ne résistera plus désormais.

Les Japonais, dans l'île de Formose, ont réussi à garder leurs côtes de la contrebande et, par des mesures sévères, ont supprimé, à peu près totalement la coutume de fumer l'opium ; seuls les fumeurs invétérés sont autorisés, mais ils relèvent de la surveillance médicale.

Par ailleurs, la Chine a recommencé la culture du Pavot, encouragée par certains chefs de province sous peine de mort, dit-on ; en tout cas, la production actuelle en opium est évaluée, dans ce malheureux pays, à plus de 15.000.000 kg. En Perse, c'est également par *un millier de tonnes* qu'il faut évaluer la quantité récoltée, dont une partie sert à la préparation de la morphine et de ses dérivés, à cause de sa haute teneur en morphine, mais dont l'autre est expédiée en Chine ou dans l'Indo-Malaisie pour des usages illicites.

Les Indes produisent une quantité supérieure à leurs besoins d'un opium peu riche en morphine,

Digitized by Google

mais convenant bien aux fumeurs. Aussi, pour lutter contre cet envahissement, la Convention recommande-t-elle aux Gouvernements d'instituer le monopole de l'achat, de la transformation s'il y a lieu et de la vente.

Malheureusement, un semblable système, quoique reconnu comme le moins mauvais, ne va pas sans l'inconvénient de procurer aux Gouvernements des revenus appréciables ; de là à les accuser de se montrer peu sensibles à l'application des mesures de répression, il n'y a qu'un pas ; il est souvent franchi et leur bonne foi mise en cause.

Reconnaissant que l'engagement de réduire de 10 % chaque année le nombre des fumeurs, comme le voulait la délégation des États-Unis, était trop simpliste et partant inexécutable, et que de plus il constituait sans nul doute une nouvelle prime à la contrebande que des armées de gendarmes ne suffiraient pas à réprimer, la Convention de Genève (1) a prescrit sagement une série de mesures qui font appel à la bonne foi et à la coopération de toutes les nations intéressées.

Elle demande aux producteurs de réduire leur récolte sensiblement aux besoins médicaux, et quand cette réduction aura été constatée par la Société des Nations, elle fait prendre l'engagement aux Pays, où l'usage de l'opium à fumer est encore provisoirement toléré, de supprimer l'emploi de la drogue *dans un délai de quinze années*. Les fumeurs invétérés, incurables, recevront une carte de consommation et seront constamment sous la surveillance du corps médical.

II. — *Feuilles de Coca*

Les indigènes de certaines régions du Pérou et de la Bolivie ont conservé l'habitude, quand ils ont à faire un effort prolongé, de mâcher des feuilles d'un petit arbre commun par endroits, et jadis objet d'un culte religieux, mais dont la culture a été entreprise en raison de son usage médical. Deux espèces botaniques qui appartiennent à la famille des Erythroxylacées concourent à la production de la drogue, ce sont : *Erythroxylon Coca* Lamk. et *Eryth. novogranatense* (Morris) Hier.

La coutume de mâcher des feuilles de Coca qui entraîne, avec une certaine euphorie, la disparition de toute sensation de la faim, ne présente pour ainsi dire aucun danger et les feuilles de Coca ne tomberaient sans doute pas sous le coup de la Convention de Genève, si elles n'étaient la matière première de la fabrication de la terrible « Coco », c'est-à-dire de la Cocaïne.

La culture du Cocaier a été introduite en Malaisie, et c'est actuellement Java qui produit la quasi-totalité de la matière utilisée pour la fabrication de la cocaïne ; celle-ci, médicament précieux découvert il y a une quarantaine d'années, devient dangereux à la suite d'un usage immodéré et produit une déchéance physique des plus lamentables.

III. — *Chanvre indien.*

Tout le monde connaît le Chanvre dont la fibre textile fut jadis tant appréciée de nos aïeules. Sa culture était répandue à travers toute l'Europe et de nombreux villages avaient leurs « Chennevières ». Qui n'a entendu parler aussi de l'ivresse particulière hystériforme, qui frappait les récolteurs? C'est qu'en effet, les feuilles et surtout les sommités fleuries femelles secrètent une matière visqueuse qui, désséchée à l'air, donne une poussière résineuse, cause principale de cette ivresse sensorielle accompagnée d'hallucinations.

Le chanvre, plante à sexes séparés (dioïque), est le *Canabis saliva* L. de la famille des Urticacées, et c'est une variété, dite *C. indica*, spéciale à certaines régions de l'Inde, qui fournit la drogue la plus active : question sans doute de conditions de milieu. La plante femelle sert uniquement en thérapeutique et aussi pour la récolte de la résine qui est la base des préparations les plus dangereuses.

Les prêtres de l'Inde attribuent au Chanvre une origine divine ; il résulterait de la métamorphose des « poils du dos » de l'idole suprême Vishnou. Les Chinois connaissaient également les propriétés du Chanvre indien au début de l'ère chrétienne, et les Arabes en ont fait largement usage, l'introduisant partout où les portaient les hasards de leurs conquêtes, notamment en Afrique du Nord.

Le « hachich el fokkara » veut dire « herbe aux fakirs ». Cette appellation rappelant l'usage original de la plante devint plus tard simplement « le hachich » ou « l'Herbe » par excellence ; ceux qui le consommaient devinrent les « hachichins » ou « mangeurs d'herbe », d'où nous avons fait le mot « assassins ». Il est inutile de rappeler les légendes du « Vieux de la Montagne » qui, à l'aide d'un breuvage à base de hachich, fanatisait, au temps des Croisés, des jeunes gens qui, devenant ainsi les instruments de sa haine, exécutaient tous ses ordres, bravaient la mort pour revenir goûter, à nouveau, les joies de la drogue qu'ils comparaient aux plaisirs du ciel (1).

(1) Pour tous détails techniques, texte des deux Conventions, commentaires, etc., consulter : Em. Perrot, Contrôle international du Commerce des stupéfiants. *Bull. Sciences pharmacologiques*, Paris 1925, Vigot frères, éd. (1 fasc. tiré à part, 54 pages, 3 francs.

(1) Lire pour détails, A. Dardanne. — Contribution à l'Etude du Chanvre indien. — *Thèse Doctorat Univ. Paris*

Digitized by Google

C'est pour cette même raison que l'usage des préparations de Hachich s'est perpétué à travers les siècles, et que l'abus fut tel dans divers pays, qu'il devint parfois plus funeste que celui de l'opium. L'Égypte a proscrit rigoureusement la culture du chanvre et l'importation des drogues sensorielles qui en contiennent ou en dérivent. La France a institué en Tunisie un monopole, imposé la restriction, et obtenu ainsi des résultats fort heureux; la Turquie nouvelle a pris des mesures identiques.

On trouve dans le commerce, soit les sommités fleuries femelles séchées de la plante, soit la résine dite *Charas* exportée en quantité considérable de l'Asie centrale, soit enfin des mélanges complexes à base de Chanvre ou de résine, additionnés de substances toxiques qui en accentuent le danger : Opium, Datura, Cantharides, Noix vomiques, etc...

Le chanvre indien, sous forme de plante, provient de l'Inde, où il est connu sous les noms de *Bombay tops*, *bangh*, *gunjah*, *guaza*, selon les qualités et les régions d'origine; la résine se récolte également en Afghanistan, en Perse, dans certaines provinces des régions voisines de l'Himalaya, dans l'Inde.

La consommation a lieu sous diverses formes : le plus souvent le *charas* et le *gunjah* sont fumés, seuls ou mélangés à du tabac; les boissons enivrantes sont en général des macérations aqueuses de *bangh*. Enfin, on prépare de nombreux électuaires aromatisés dont on avale des petites boulettes, et dont le plus répandu est le *dawamesc*, ou drogue musquée.

C'est par dizaines de millions qu'il faut compter les consommateurs de ces diverses drogues, qui, dès que l'accoutumance en fait des intoxiqués constants, deviennent des individus dangereux pour la Société, parce que capables de tous les crimes.

Fort heureusement, le Chanvre indien est fort peu utilisé en médecine, et, devant l'insistance du délégué égyptien, soutenu vigoureusement par la Délégation française, la *Conférence internationale* a-t-elle accepté d'inscrire dans la Convention que la résine et les préparations de hachich seraient interdites dans le trafic international. Restent seuls autorisés, pour les usages médicaux, la teinture et l'extrait de Chanvre indien qui sont soumis aux lois et règlements régissant la vente et le contrôle intérieur des stupéfiants.

Plus encore que pour le Pavot à opium, il était difficile d'interdire la culture du Chanvre, puisque, dans l'Inde, la fibre textile est l'objet d'une exportation énorme et que les graines, contenant une huile comestible, forment un appoint important à l'alimentation de l'homme et des animaux.

IV. — *Alcaloïdes stupéfiants de l'opium et de la Coca.*

De l'opium, on retire un nombre élevé de principes chimiques alcaloïdiques, dont deux seulement, par l'usage immodéré et extra médical, déterminent chez les intoxiqués invétérés une rapide et terrible déchéance. Ce sont : la *morphine* et la *diacétylmorphine*, plus connue sous le nom d'*héroïne*.

Quant aux feuilles de Coca, par traitement chimique approprié, on transforme une série de leurs substances constituantes en une nouvelle matière première *l'ecgonine* qui, à son tour, sert à la fabrication de la *cocaïne*.

Les fabriques de morphine et dérivés sont peu nombreuses; on en trouve en Suisse, en Allemagne, en Angleterre et au Japon; la France possède seulement une fabrique de cocaïne.

Point n'est besoin d'insister sur le danger social de laisser circuler de pareilles drogues, et la Convention s'est appliquée à la recherche des voies et moyens capables, par une entente internationale, de lutter enfin avec succès contre l'abus de ces alcaloïdes stupéfiants, dont près de 90 % de la quantité fabriquée servent au ravitaillement des toxicomanes.

Les réglementations intérieures les plus sévères, régissant l'exercice de la médecine et de la pharmacie, sont encore, dans ce cas, insuffisantes; la contrebande, on ne saurait jamais trop le répéter, est particulièrement aisée à cause du faible volume à transporter et des prix fabuleux auxquels on peut écouler ces drogues néfastes. Le même moyen simpliste de limiter leur fabrication avait été préconisé par la délégation des États-Unis à Genève : c'était d'obtenir la réduction de la culture du pavot pour les seuls besoins licites. Concevoir cette réforme est aisé, mais la réaliser est tout autre chose.

La culture du pavot en Europe n'existe qu'en Macédoine et le gouvernement du royaume des Serbes, Croates et Slovènes fit remarquer, non sans raison, qu'ayant déjà depuis quelques années réduit de 30 % cette culture, il ne pouvait la supprimer sans amener la famine et la ruine dans les districts où le paysan ne sait pas faire autre chose; il en est de même en Turquie d'Asie. Pour la Perse, le délégué de cette puissance n'hésitait pas à demander des dizaines de millions de dollars par an, si l'on voulait exiger de son pays la suppression de la culture du pavot. Il faudrait, de plus, étudier la nature des plantes de remplacement à proposer aux paysans, et l'on sait à quel point ils sont attachés à leur routine.

(Pharmacie), 1 vol., in-8 152 pages, contenant un index bibliographique des multiples ouvrages se rapportant à cette question.

Digitized by Google

Cet aspect du problème n'est certes pas l'un des moins curieux dans cette vaste question où tant d'intérêts, légitimes ou non, sont en jeu.

On se trouve donc dans la nécessité de soumettre seulement l'opium brut à la même surveillance sévère que celle qui sera édictée contre les alcaloïdes stupéfiants.

Le plus effrayant de tous ces derniers est, sans conteste, *l'héroïne* dont l'usage s'est répandu avec une intensité qui justifie la demande d'interdiction complète de sa fabrication de la part des Américains et de divers autres peuples (1).

Depuis que les États-Unis ont supprimé radicalement l'usage des boissons alcooliques la criminalité y a augmenté dans une très forte proportion et, parmi ces criminels, plus de 90 % sont des héroïnomanes.

Peut-être un jour les médecins de tous les pays admettront-ils que l'héroïne n'est pas indispensable à la thérapeutique, alors on pourra ne plus autoriser sa fabrication. Mais ce n'est pas encore le cas, et la Conférence internationale a seulement pu en réduire l'usage à la seule ordonnance médicale. Désormais aucune spécialité pharmaceutique, renfermant même de simples traces de cette drogue, ne pourra circuler ni être offerte ou vendue directement au public et pourtant ce n'est certes pas par l'intermédiaire des préparations pharmaceutiques que se fait l'intoxication dangereuse pour la Société.

C'est pourquoi la France s'est opposée à la suppression de la tolérance spéciale admise antérieurement par la Convention de La Haye.

La cocaïne elle-même, médicament de choix, à utilisations variées en médecine et en chirurgie, tend à être remplacée par des produits chimiques de synthèse, tels que : stovaïne, novocaïne, syncaïne, etc... et le jour n'est pas éloigné où sera demandée internationalement la suppression totale de sa fabrication. Ce sont là des questions purement médicales qu'on ne saurait résoudre en ce moment.

Quant à *la morphine* qui constitue un agent thérapeutique de premier ordre, on ne pourra jamais que surveiller sa fabrication et son commerce. Pour cela il faudra tenir compte, non seulement des quantités destinées aux besoins médicaux, mais encore de celles qui sont nécessaires à la fabrication de médicaments dérivés non stupéfiants, comme la codéïne, et dont le commerce international est libre.

La Convention de Genève renferme donc des dispositions sévères réglementant la fabrication et le trafic de toutes ces drogues dangereuses.

Toute exportation d'opium brut, de feuilles de coca, de morphine, de cocaïne et d'héroïne devra être accompagnée d'un certificat spécial et aussi d'une autorisation d'importation délivrée par l'importateur.

Les fabricants d'alcaloïdes devront, en outre, tenir une comptabilité exacte d'entrée de leurs matières premières, de la transformation de celles-ci et de la quantité d'alcaloïdes obtenue. A tout moment, cette comptabilité pourra être vérifiée par les Inspecteurs des pharmacies.

Une réglementation sévère sera appliquée aux ports francs et zones franches, et enfin toutes les statistiques seront communiquées à un bureau spécial (Central Board), siégeant à Genève, qui aura pour mission, en surveillant le trafic international, de dépister les centres de contrebande.

Telles sont, en résumé, les questions posées à la Conférence internationale de Genève. On conçoit la longueur des débats, et, si l'œuvre n'est point parfaite, on peut, sans crainte, affirmer qu'elle constitue un progrès très sensible sur la Convention de La Haye, en ce sens surtout, qu'elle a fait largement appel à la coopération internationale, sans laquelle les mesures adoptées resteraient, comme par le passé, à peu près inopérantes.

Dans quelques années, les statistiques fourniront des chiffres suffisamment sûrs pour que soit établi, par nation, le pourcentage nécessaire aux usages licites médicaux et scientifiques, et c'est ainsi que la volonté internationale, par une action bien comprise et surtout bien coordonnée, délivrera l'humanité d'un fléau plus terrible que la plus effroyable des épidémies aujourd'hui jugulées, grâce aux progrès incessants de la science.

Professeur Em. PERROT,
de la Faculté de Pharmacie,
Délégué du Gouvernement français
à la Conférence internationale de l'Opium
à Genève.

(1) L'héroïne, comme la cocaïne, est une substance cristallisée blanche, que les toxicomanes utilisent principalement pure ou en mélange, comme *poudre à priser*.

LA DESCRIPTION GÉOMÉTRIQUE DÉTAILLÉE DES ALPES FRANÇAISES

Malgré la bienveillance des éminents Directeurs de cette *Revue* qui m'ont fait l'honneur de me demander d'y résumer l'état de mes travaux à ce jour, à propos d'une conférence donnée, au début de janvier, au Conservatoire des Arts et Métiers, j'éprouve le besoin de m'excuser d'entretenir leurs lecteurs d'une œuvre essentiellement personnelle,

Digitized by Google

menée, il est vrai, dans la force que confère l'unité absolue de vue des plans généraux et des plus infimes détailsd 'exécution, mais qui, par suite

Fig. 316. — Mont Blanc pris de la station géodésique de la Pointe Percée (au-dessus de Sallanches), campagne 1907.

aussi de cette indépendance complète, conduit, dans l'exposé de ses méthodes, de ses opérations et de ses résultats, à des répétitions inévitables, explicites ou intuitivement comprises dans presque toutes les lignes; de là, se dégage une impression de personnalité pouvant faire croire à l'immodestie. Aussi, à ceux qui chercheraient plus loin que les faits scientifiques et qui désireraient connaître l'esprit philosophique dans lequel cette œuvre a été développée, je tiens à dire que je n'ai pas attendu d'être arrivé au point d'accumulation actuel de documentations et de résultats, obtenus d'une façon quelque peu exceptionnelle, pour reconnaître que je les dois essentiellement à des chances de toutes natures dans le domaine physique ou moral, matériel ou intellectuel. Depuis bientôt un quart de siècle que je poursuis la description géométrique détaillée des Alpes françaises, dans une atmosphère d'enthousiasme joyeux et de persévérance passionnée, j'ai, en effet, compris, il y a déjà longtemps, qu'il ne restait guère de place pour un mérite quelconque dans l'immense et presque exclusive satisfaction d'un idéal réalisé pour la Science et la Patrie, dis-

CHAINE MÉRIDIENNE DE PRÉCISION DES ALPES FRANÇAISES

par P. Helbronner

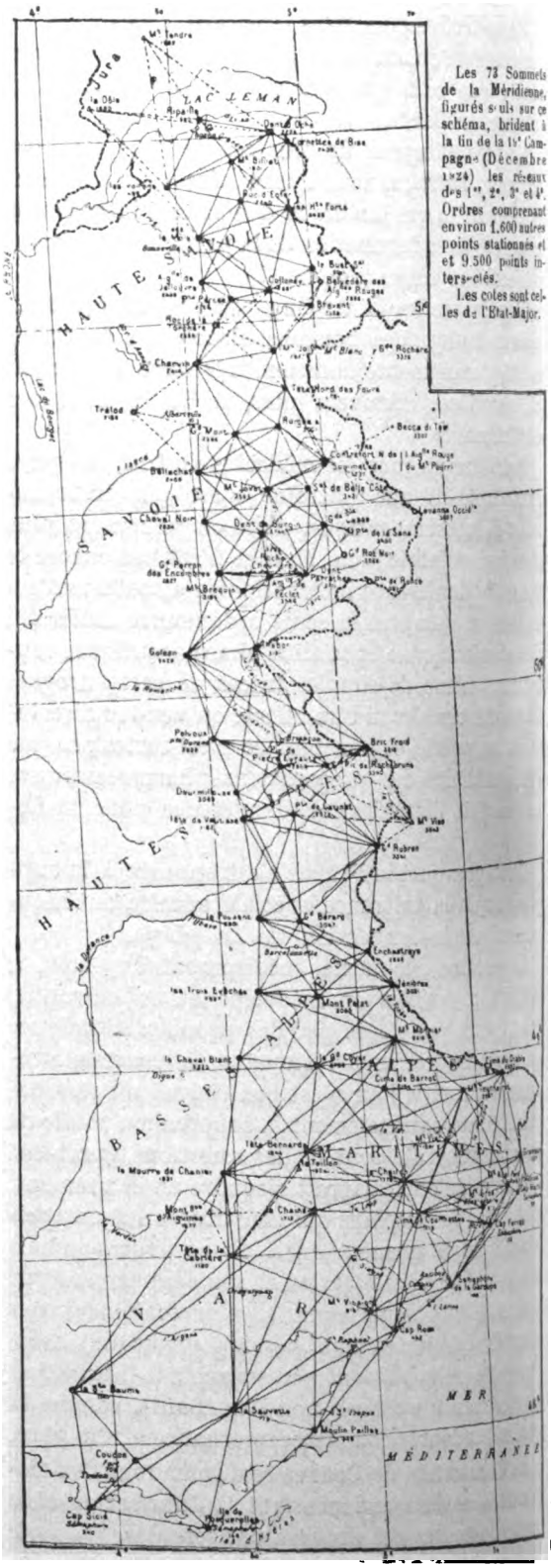


Fig. 317.

pensant ainsi de toute autre pensée et de tout autre besoin extérieur au but rêvé.

Digitized by Google

La genèse de ces travaux remonte à la période s'étendant de 1889 à 1902, où, pendant une douzaine de campagnes, je parcourus en simple alpiniste les massifs français, suisses, italiens et autrichiens des Alpes. Au cours de ces ascensions, il m'apparut que les cartes de détail des régions étrangères à notre territoire étaient bien supérieures aux nôtres, c'est-à-dire aux feuilles de la carte dite de l'État-Major au 80.000e, comme précision et comme soin des détails. Un panorama à l'aquarelle de six mètres de longueur, dessiné d'après des photographies que j'avais prises au sommet du Mont Blanc, et sur le calque duquel furent portées, d'après les cartes topographiques des états-majors français, suisse, italien et autrichien, les désignations de

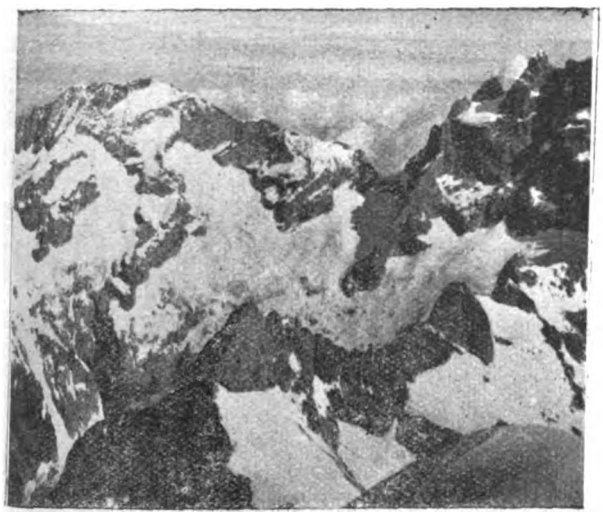


Fig. 318. — Rateau et Meije près du sommet de la Grande Ruine (stations géodésiques de 1905 : un dixième du tour d'horizon).

tous les sommets, me fit toucher du doigt beaucoup de ces imperfections.

Dès 1902, ayant pu me libérer de toute autre occupation, j'entrepris de consacrer entièrement ma vie à une description géodésique détaillée, rigoureuse, de nos massifs alpins. Cette description devait être obtenue par des observations au théodolite sur une grande quantité de sommets. C'était la caractéristique même du travail — facilité dès le début par une expérience déjà ancienne d'alpiniste — de placer presque toutes les stations fondamentales ou de premier ordre, sur les pointes ou aiguilles culminantes des régions étudiées. De plus, le réseau géodésique déterminé, devant être d'une densité bien supérieure à celle qu'il est d'usage d'exécuter en vue de la topographie, les points ainsi répartis pouvaient, en principe, remplacer déjà une quantité de mesures préparatoires des levés topographiques proprement dits. Cette multiplicité d'observations devait permettre, d'autre part, d'obtenir une très grande précision dans les positions géographiques et aussi dans les altitudes. Les calculs ultérieurs, exécutés dans le bureau et sur lesquels je n'insisterai pas, conduisaient à des résultats constamment contrôlés par des méthodes analytiques et géométriques, qui offraient des vérifications continues.

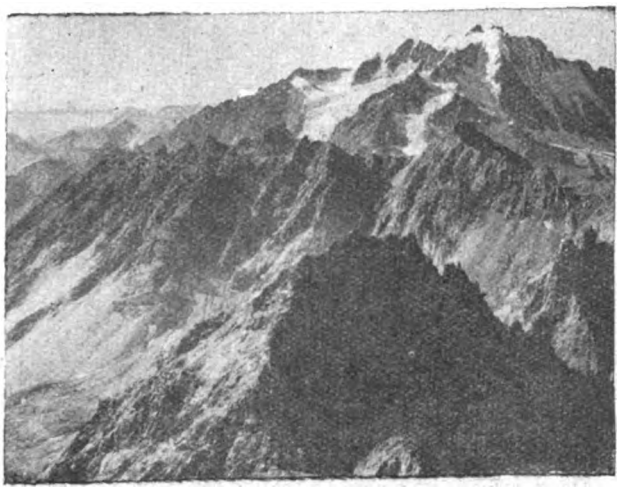


Fig. 319. — Le Pic des Agneaux (Massif des Écrins) pris du sommet du Pic de Combegnot (station géodésique de 1905 : un dixième du tour d'horizon.

Fig. 320. — Un dizième du tour d'horizon du sommet du Pic de l'Étendard (3.471 m.), point culminant du Massif des Grandes Rousses (campagne 1904).

A côté des observations au théodolite ou au cercle azimutal, qui forment la base et la raison d'être du travail, une série de tours d'horizon photographiques est prise en chaque sommet, en profitant notamment

Digitized by Google

des supports très stables nécessaires aux mesures géodésiques.

Aux points culminants, où il est utile d'obtenir une grande précision, il est élevé des signaux,

FIG. 321. — P. Helbronner à côté de son signal du sommet de Pelvoux (3.931 m.), au cours de sa quatrième ascension (deuxième séjour, deuxième station géodésique) sur cette cime (campagne 1921).

construits, en général, avant le commencement de la campagne d'observations, par diverses équipes auxquelles sont données des instructions très précises. Ce sont tantôt des pyramides de pierres sèches de 1 mètre à 3 m. 50 de hauteur, tantôt des

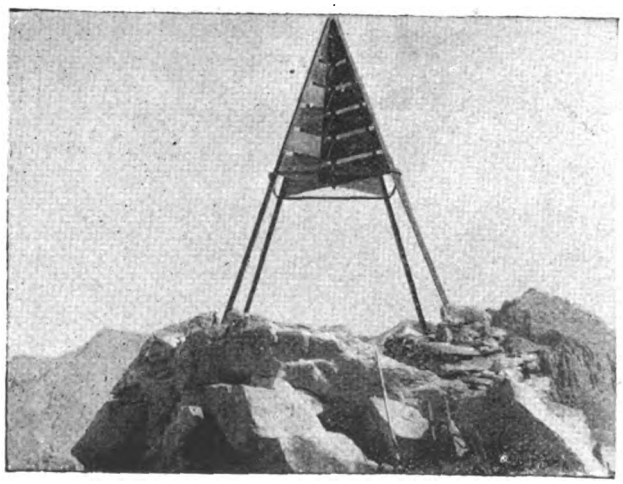


FIG. 322. — Un des seize signaux d'acier de 350 kilos que P. Helbronner a fait installer, en 1923, sur une série de sommets fondamentaux de sa Méridienne de haute précision (campagne 1923). Cime du Diable.

mires en bois, tantôt enfin de grandes mires en acier de plus de 4 mètres de hauteur, dont les quatre montants sont scellés dans les rochers du sommet. Indépendamment des nombreux points ainsi signalés, les réseaux trigonométriques s'attachent aux cols, aux brèches, aux points saillants des contreforts, aux aiguilles secondaires. Ils fixent également, à mi-hauteur, des points caractéristiques, aux changements de pente remarquables, comme de gros blocs de rochers, des arbres isolés, des chalets, etc... Enfin, dans le fond des vallées, un grand nombre de déterminations précises se rapportent à des constructions publiques et particulières et surtout aux repères du Service du Nivellement général de la France, qui jouent le rôle principal dans l'établissement de toute l'altimétrie.

En effet, si une bonne planimétrie est évidemment la toute première recherche des travaux cartographiques, il n'en est pas moins vrai que l'altimétrie, surtout en pays de montagnes, jouit d'un

FIG. 323. — Pic du Tenibres (3030'' m.). Une partie de l'équipe attachée aux opérations géodésiques (campagne 1923).

intérêt plus frappant : la cote d'altitude d'un sommet ou d'un col, marquée par un chiffre, reste gravée dans l'esprit comme la caractéristique principale du lieu, tandis que la position planimétrique, en réalité beaucoup plus importante, n'attire l'attention que dans le cas de faute notoire ou de déplacement considérable.

Il en résulte que les opérations sur le terrain sont plus spécialement constituées par des mesures d'angles azimutaux et zénithaux. Les instruments ont varié avec les buts divers poursuivis, car, au milieu des travaux relatifs aux triangulations détaillées au théodolite, dits de reconnaissance, j'ai été amené à exécuter du Nord au Sud des Alpes françaises, c'est-à-dire du Léman à la Méditerranée, un enchaînement fondamental de haute précision qui a exigé l'emploi d'un grand théodolite réitérateur, puis d'un cercle azimutal à microscopes. Ces opérations fondamentales sont

Digitized by Google

exposées dans tous leurs détails dans le tome premier (Méridienne de Savoie) et dans le tome VIII (Méridienne de Dauphiné-Provence), de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises* qui comportera un total de douze volumes principaux.

Le nombre des mesures définissant chaque angle, ou plutôt chaque direction a été très variable ; si, d'une part pour la grande Chaîne méridienne, elles ont été obtenues pour chaque direction azimutale par la moyenne de quatre-vingts lectures de vernier ou de microscope, les réseaux de détail n'ont demandé qu'un à vingt tours d'horizon, représentant de deux à quarante lectures du théodolite de reconnaissance, suivant l'importance des stations et suivant l'ordre de précision recherchée pour les points déterminés par intersection.

Le but principal de l'occupation d'une station étant le travail au théodolite, c'est à lui qu'est consacrée de beaucoup la plus grande durée du séjour. Cependant, en chaque station, sont effectués un ou plusieurs tours d'horizon photographiques, par des séries de clichés dont le total dépasse à ce jour quatorze mille. Le temps consacré sur le terrain à cette prise photographique n'atteint

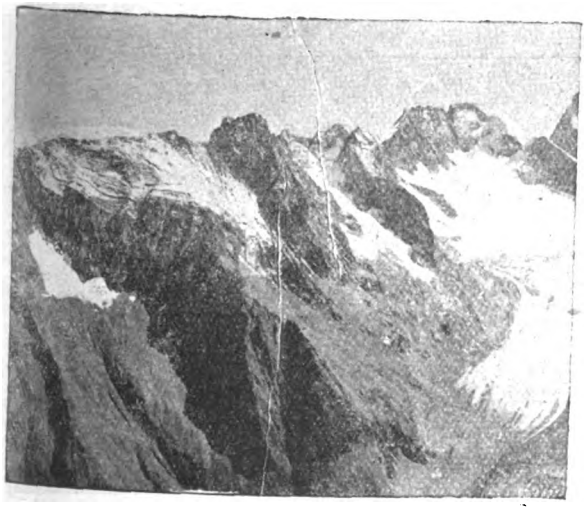


Fig. 324. — Un dizième du tour d'horizon du sommet de l'Aiguille du Plat de la Selle (campagne 1905) (à droite de l'épreuve la Meije) (3.983 m.), station occupée par P. Helbronner, en 1906.

pas, en général, un quart d'heure, tandis qu'il est très fréquemment arrivé que le travail aux instruments géodésiques ait dépassé, en certaines journées particulièrement favorables, une douzaine d'heures et ait même pu en atteindre seize. La fixité des supports, qui sont ceux des appareils de mesures angulaires, procure aux enregistrements photographiques des résultats d'une netteté spéciale ; d'autre part, la nécessité d'attendre et de posséder le beau temps pour les observations géodésiques qui conduit à une durée d'occupation toujours de plusieurs heures, et très fréquemment de plusieurs jours, sur les sommets, permet de réussir presque sans aucune exception, et souvent par plusieurs éclairages, les panoramas de toutes les

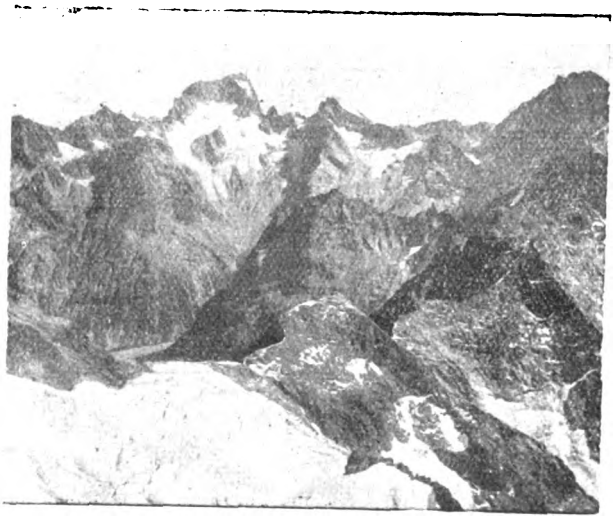


Fig. 325. — Un dizième du tour d'horizon du sommet des Rouïes (3.590 m.) (au centre, la Barre des Écrins (4.100 m.), point culminant du massif Pelvoux-Écrins) (campagne 1905).

stations culminantes. Les plaques employées sont des orthochromatiques Lumière ocrées. La finesse des clichés provenant de la jumelle Belliéni 8×9

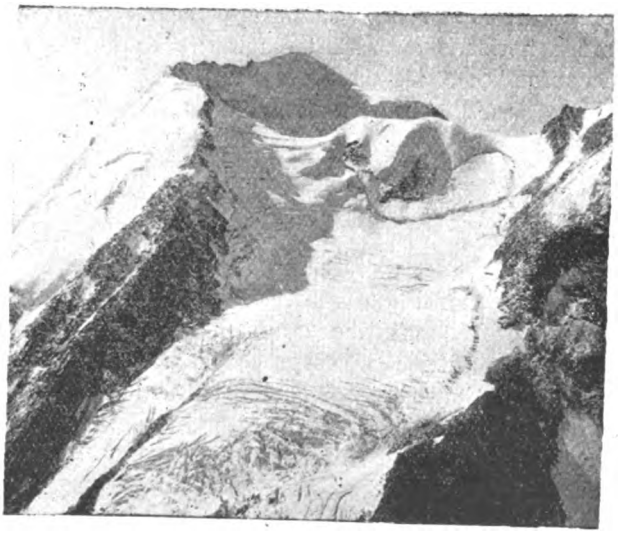


Fig. 326. — Un dizième du tour d'horizon de l'Aiguille Rouge du Mont Pourri. Vue sur le Mont Pourri (face nord) (campagne 1911).

est telle que tous sont agrandissables en 30×40 ; quelques-uns d'entre eux, notamment les dix sections du panorama complet du sommet de la Barre des Écrins (4.100 m.), ont montré encore une

Digitized by Google

grande précision de détails dans leur agrandissement en 50×60. En outre, des séries de téléphotographies donnent la faculté non seulement de détailler certaines parties de l'horizon, mais même de créer, par leur juxtaposition, des fractions très importantes du panorama qui est ainsi non seulement amplifié, mais pourvu d'une infinité de détails nouveaux que ne peuvent procurer les

Fig. 327. — Campement sous le sommet de Pouzenc Station géodésique fondamentale de la Chaîne Méridienne des Alpes (campagne 1922).

agrandissements des clichés directs. De plus, l'emploi de mes méthodes de téléstéréoscopie, étudiées dès 1902 (1), offre la possibilité de créer un relief artificiel dans les plans éloignés et de débrouiller ainsi les parties enchevêtrées des grands horizons, en faisant réagir des chaînes qui se confondaient les unes sur les autres à la vue directe et à l'inspection même d'un fort grossissement.

Si j'ai pu arriver à profiter au mieux de tous les moments favorables aux observations, je n'hésite pas à penser que je le dois à l'expérience des campagnes préalables d'alpinisme et à l'entraînement aussi bien moral que matériel que m'a procuré la longue fréquentation de la haute montagne, grande bienfaitrice du corps et de l'âme...

Dans les journées qui composent ce qu'on est convenu d'appeler la belle saison, seule propice aux observations sur les hautes cimes, il est bien évident qu'il y en a qui ne sont pas utilisables pour les stationnements dans ces régions peu hospitalières par le mauvais temps ; celui-ci, même en été, amène des conditions atmosphériques dangereuses et en tout cas redoutables. Mais même dans chaque belle journée, certaines heures sont préférables à d'autres ; il arrive souvent, par exemple, que dès 9 heures du matin, des nuages isolés viennent traîner sur quelques sommets dont ils voilent le signal pendant plusieurs heures. Il y a donc nécessité d'avoir accompli, à ce moment, la majorité des observations dirigées sur les hautes cimes que l'expérience de leur situation géographique et des vents régnants de la région fait connaître comme devant se couvrir les premières.

Mais, pour arriver à l'aube ou tout au moins au lever du soleil sur une cime élevée, il faut être parti du gîte en pleine nuit, souvent même avant minuit et avoir exécuté à la lanterne ou au clair de lune la plus longue partie de l'ascension. Bien entendu, les longues étapes nocturnes ne sont pas les plus propices comme préliminaires immédiats de longues observations de précision, et il y a avantage à raccourcir la dernière partie de la montée au point culminant. Ce ne sera donc que lorsque le temps sera resté indécis assez tard la veille et que je n'aurai pu, par suite, sectionner la durée du parcours, que je me déciderai, sur l'aspect plus nettement favorable des indices météorologiques, au coucher du soleil, à prendre le départ vers dix heures du soir, comme cela s'est produit en de nombreuses occasions. C'est le cas, d'ailleurs, le plus rare et, en

Fig. 328. — Au col de la Petite Cayolle (campagne géodésique 1922).

général, le gîte est cherché le plus haut possible, voisin du sommet à occuper. C'est souvent sur la plate-forme même de celui-ci que s'installent les tentes dont, depuis le début de mes campagnes géodésiques, je fais un très large emploi. Dans plus d'une centaine de nuits passées sur les cimes à côté de mes signaux, de combien de spectacles féeriques et de combien de tempêtes aussi n'ai-je pas été le témoin ? Dans la seule campagne 1923,

(1) Sur la téléstéréoscopie (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 5 décembre 1904).

Digitized by Google

par exemple, c'est plus de trente fois que l'abri de toile m'a servi de chambre à coucher.

La composition des caravanes qui transportent les vivres, les charges, le campement, varie suivant la longueur et la difficulté des ascensions, suivant aussi la longueur du travail à exécuter : si, habituellement, trois ou quatre hommes suffisent quand il n'y a pas de campement à prévoir et que le théodolite est le seul instrument de mesure répondant à l'ordre de la station qui correspond alors à un jalon des réseaux de détail, j'ai dû compter, pour les plus longs séjours de la Chaîne Méridienne fondamentale, jusqu'à onze et treize guides ou porteurs. Ces derniers, surtout dans les campagnes qui ont suivi la guerre, ont été en grande partie des militaires pris dans les formations alpines, que les chefs de l'armée se sont fait un devoir et un plaisir de m'offrir de plus en plus nombreux et de plus en plus officiellement.

Une fois le sommet atteint, les opérations débutent par la mise en station de l'instrument de mesure théodolite ou cercle azimutal. Les séries des tours d'horizon cueillant les pointés sur les signaux principaux se succèdent alors en réitérations d'autant plus nombreuses que la station elle-même et les signaux visés sont plus importants. Quant aux

Fig. 329. — Halte à la cabane de Jérusalem. Station secondaire géodésique (campagne 1922)

directions d'ordre inférieur elles viennent à la suite, généralement en très grand nombre, mais en ne comportant la plupart du temps que deux ou, quelquefois, qu'une seule série de lectures.

Le travail se prolonge sur un sommet en général pendant cinq à neuf heures consécutives. Mais très souvent les opérations effectives des seules triangulations de détail dépassent de beaucoup cette durée ; et le nombre est important des stations des réseaux de détail où les observations se prolongèrent pendant plus de douze heures. En certaines — par exemple, à la première que je fis au Pelvoux (3.931 m.) en 1905 — je pus travailler utilement pendant plus de vingt heures au théodolite, campant sur cette cime pendant trois jours. Quant aux opérations des triangulations fondamentales, elles exigent, en général, de deux à quatre journées de présence au sommet ; sur ce même Pelvoux, en 1921, je revins passer encore trois journées pour les seules opérations faites au cercle azimutal en vue de la Chaîne Méridienne de Dauphiné-Provence.

Fig. 330. — Au col de Cristillan (2.930 m.), équipe des porteurs (soldats du 159e R. I. A.) (campagne 1921).

Ces durées sont, bien entendu, prolongées considérablement quand le temps n'est pas favorable ; c'est alors pendant six et quelquefois dix jours que se répartissent, pendant les éclaircies et en attente de belles journées complètes, les récoltes de la documentation mathématique.

En ce qui concerne l'établissement des résultats des opérations des réseaux de détail, les travaux de bureau, consécutifs aux campagnes d'été, comportent une série de mises au point indispensables pour tirer le meilleur parti des observations : c'est en premier lieu l'établissement d'un plan au 40.000e de toutes les visées, qui, d'une part, permet la préparation du dépouillement général des carnets enregistrés sur le terrain, le premier classement topographique et le recensement des directions servant à la détermination de chaque point ; ce plan, d'autre part, est indispensable pour donner l'évaluation provisoire des distances de toutes les stations aux points qu'elles déterminent ; cette distance, en effet, entre dans la formule des réductions au centre du signal, dont le calcul constitue la seconde série des opérations préparatoires. Toutes les distances étant ainsi ramenées au centre du signal, il est procédé aux compensations graphi-

Digitized by Google

ques successives des points trigonométriques. Cette compensation se fait de proche en proche, en commençant par les stations les plus importantes, pour finir par les points intersectés les moins souvent visés. Au fur et à mesure de l'établissement de ces compensations, s'établit un tableau de tour d'horizon, pour chacun des points, qui comprend les azimuts compensés de tous les points en liaison directe avec ce point et les distances qui l'en séparent, exprimées par leur longueur en centimètres et par leur logarithme avec six décimales. Chaque point trigonométrique donne ensuite lieu à un calcul de coordonnées géographiques qui en fixe la latitude et la longitude (en centièmes de seconde de grade). Cet ensemble d'opérations, ainsi défini, constitue la détermination planimétrique de tous les points des réseaux. Quant à la détermination altimétrique, elle provient de calculs d'ensemble de toutes les dénivelées de station à station et de station à point intersecté, résultant des observations des angles zénithaux. Les altitudes définitives sont établies par des moyennes provenant de groupements de dénivelées. Leurs bases de départ se trouvent aux nombreuses stations faites près des repères du Service du Nivellement général de la France, dont les cheminements suivent le fond des vallées et montent même quelquefois assez haut, sur des sentiers de montagne passant par des cols fréquentés ou aboutissant à des refuges ou à des lacs.

Les opérations de la Chaîne Méridienne fondamentale de haute précision que j'ai établie du Léman à la Méditerranée par-dessus les Alpes françaises sur lesquelles elle s'accroche par 73 stations fondamentales, se basent sur des méthodes, sur des observations et sur des calculs plus compliqués ; elles ont exigé, au cours des cinq campagnes qui y ont été plus spécialement consacrées, des instruments plus puissants et des précautions plus nombreuses dans le cas des réseaux de détail. Elles ont permis d'aboutir à la constitution d'une armature de haute précision de 400 kilomètres de longueur s'épanouissant sur près de 200 kilomètres du littoral.

Les calculs de compensation de cette Chaîne Méridienne ont permis d'établir, suivant les modes adoptés d'une façon à peu près générale, la précision obtenue dans cette opération fondamentale par l'estimation des erreurs probables des observations et des résultats. Sans entrer dans les détails que cette recherche comporte, il sera, d'autre part, simplement mentionné ici que les coïncidences au Nord avec la triangulation de premier ordre suisse, qui existent pour treize côtés communs et avec la triangulation du premier ordre italien, qui s'établissent dans la partie moyenne de cette Méridienne sur six côtés communs, se font à quelques centimètres près ; l'erreur probable maxima de la distance entreles deux points extrêmes, c'est-à-dire au Nord le Mont Tendre et au Sud le sémaphore de Porquerolles, a été trouvée égale au 1 /365.000 de la distance totale de ces deux points.

Actuellement dix-neuf campagnes représentant cinquante-trois mois d'opérations sur le terrain ont permis l'occupation de 1.680 stations dont 151 au-dessus de 3.000 mètres. Près de 20.000 kilomètres carrés, les plus accidentés de la France, sont intéressés par ces triangulations qui donnent la définition du sol par un nombre de positions précises dépassant dix mille. L'utilisation des résultats qui sont communiqués à tous les services publics et à tous les particuliers désirant des bases sûres et précises pour des levés à grande échelle, s'est surtout faite au Service Géographique de l'Armée, qui étayait déjà en 1906 et 1907 ses levés de précision des Massifs des Grandes Rousses et d'Allevard par deux cents positions inédites extraites de la *Description géométrique détaillée des Alpes Françaises*, et qui, en 1924 et 1925, puisait pour les levés des brigades topographiques dans les Alpes plus de huit cents nouvelles positions dans les documents que je mettais à sa disposition. D'autre part les 14e et 15e corps d'armée, qui occupent les territoires des Alpes françaises et du littoral méditerranéen à l'est du Rhône, ont fait, pour des besoins spéciaux, un large emploi des bases qu'ils pouvaient trouver dans les résultats déjà fixés que je communiquais à leurs services.

La publication des résultats définitifs comprendra une douzaine de volumes et deux albums annexes ; le tome premier ainsi que l'annexe du tome second ont paru ; le tome huitième est sous presse (1).

(1) *La Description Géométrique détaillée des Alpes Françaises*, tome Ier : *Chaîne Méridienne de Savoie* (paru), un vol. in-4° de 508 pages avec 5 planches et 18 panoramas dont 14 de 0 m. 33 × 2 m. 60 et 4 de 0 m. 33 × 1 m. 30.

Tome VIII (sous presse) : *Chaîne Méridienne de Dauphiné-Provence*, un vol. in-4° d'environ 620 pages avec 6 planches et 18 panoramas de 1 m. 50 à 2 m. 60 de longueur.

Annexe du Tome II : *Album du Mont Blanc* (paru), de 55 cm. × 65 cm., comprenant les reproductions des aquarelles suivantes :

13 feuilles constituant sur 6 mètres de développement le tour d'horizon complet du sommet du Mont Blanc (4.807 m.).

3 feuilles représentant le Mont Blanc depuis le sommet du Mont Maudit (4.455 m.).

3 feuilles représentant le Mont Blanc depuis le Col du Géant (3.369 m.).

1 feuille représentant le Mont Blanc depuis le Belvédère des Aiguilles Rouges (2.966 m.).

1 feuille représentant le Mont Blanc depuis le sommet de l'Aiguille du Tour (3.543 m.).

2 feuilles représentant le Mont Blanc depuis le sommet de l'Aiguille du Moine (3.412 m.).

Ces trois ouvrages sont en vente chez MM. Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins.

Digitized by Google

La matière des autres volumes est presque complètement constituée et s'achèvera par la mise en œuvre des observations de la vingtième campagne dont la préparation est déjà commencée, et comportera probablement cinq à six mois de présence sur le terrain. Mais la mise au point définitive de présentation de tous les résultats nécessitera vraisemblablement encore au moins une douzaine d'années.

Paul HELBRONNER.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mai 1925). — *Théorie des fonctions.* 1. et 2. M. N. *Lusin* étudie les ensembles analytiques et les ensembles projectifs de M. Lebesgue. Les premiers peuvent se définir comme étant le lieu dans un espace Euclidien S_m d'un point mobile dont les coordonnées sont des fonctions dénombrablement discontinues; un tel ensemble, E, est la projection d'un ensemble mesurable B appartenant à un S_{m+1} ; la projection du complémentaire CE est un ensemble PCE d'une nature inconnue *a priori*, mais qu'on peut nommer, et ainsi de suite, par projections et compléments.

Analyse. 1. L'intégration par parties et l'inégalité de Schwartz permettent à M. *Nicolas Kryloff* de déterminer l'erreur commise dans l'application de la méthode de W. Ritz à l'intégration approchée des équations différentielles.

2. Poursuivant ses recherches sur l'application de la notion de semi-continuité aux problèmes du Calcul des Variations, M. *André Roussel* donne une règle qui permet d'affirmer, dans des cas étendus, l'existence d'un minimum absolu. L'Auteur s'occupe aussi du minimum faible d'une intégrale d'une fonction contenant des dérivées secondes.

3. M. *R.-H. Germay* énonce des règles qui permettent d'affirmer, moyennant la périodicité des données, celle des fonctions implicites ou des solutions des équations aux dérivées partielles.

Géométrie. M. *B. de Kerékjártó* édifie, au point de vue de la géométrie de situation, une théorie analogue à celle de Poincaré pour les courbes intégrales des équations différentielles. L'auteur envisage d'abord les familles de surfaces, puis les familles de courbes.

Géométrie infinitésimale. 1. Élargissant l'interprétation géométrique obtenue par G. Darboux pour la méthode de Weingarten, M. *E. Goursat* montre que *toutes les équations du deuxième ordre* (telles que l'intégration de l'une quelconque d'entre elles fournit, moyennant quadratures, les surfaces à ds^2 donné) *se ramènent à une seule moyennant des transformations de contact.*

2. M. *Bertrand Gambier* retrouve par une nouvelle voie les propriétés de la courbe introduite par M. Picard dans l'étude des surfaces réglées d'un complexe linéaire, et cette méthode lui fournit un rapprochement entre cette théorie et la transformation asymptotique de M. Bianchi.

Mécanique. Au système employé par G.-C. Darwin pour l'étude du mouvement des électrons, M. *R. Dugas* substitue un autre système qui vérifie le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, sous la forme généralisée de Painlevé.

Calcul des probabilités. 1. et 2. M. *V. Romanowsky* utilise les fonctions hypergéométriques pour la recherche de la loi de distribution des écarts quadratiques; il généralise ensuite l'inégalité employée par M. Markoff pour la démonstration du théorème de Tchebycheff et il applique le résultat aux problèmes de corrélation.

R. GARNIER.

Chimie physique

Le noyau de l'atome. — Depuis que l'idée de la discontinuité de la matière s'est définitivement imposée, grâce à un grand nombre de faits d'expérience, dans les domaines les plus variés, les physiciens se sont attachés à explorer la structure intime de l'atome qu'un siècle plus tôt, après Dalton, on avait regardé comme la fraction ultime de toute substance. A l'heure actuelle, on considère que l'atome, système extraordinairement lacunaire maintenu par des forces électriques, consiste en un noyau pesant, entouré d'électrons. Ces électrons, distribués sur des orbites de dimensions relativement considérables, sont très légers par rapport au noyau, et pratiquement, c'est dans le noyau que se condense toute la masse.

Sur les électrons périphériques, nous possédons des données déjà très nombreuses que nous apportent des phénomènes de différents ordres. Selon la théorie de Bohr, il n'y a émission ou absorption de radiation que lorsqu'un électron saute d'une orbite sur une autre.

La partie centrale de l'atome, le noyau, nous demeure beaucoup plus secrète et nous ne possédons encore sur sa constitution que de brèves indications dues en majeure partie aux travaux de Rutherford et de son école. Le savant anglais a mis la Royal Institution au courant des derniers résultats acquis.

***

Le noyau est essentiellement caractérisé par sa charge positive. Cette charge est égale, en valeur absolue, à la somme des charges négatives des électrons périphériques, ce qui assure la neutralité de l'atome dans son ensemble.

On classe aujourd'hui les atomes selon le tableau périodique de Mendeleef où leur rang n'a pas la simple signification d'un numéro d'ordre. Ce rang, qu'on appelle encore le numéro atomique, représente précisément la charge du noyau, en adoptant comme unité naturelle de charge électrique la charge électronique elle-même. Aussi l'élément le plus léger, l'hydrogène, auquel on n'accorde qu'un seul électron périphérique, a une charge nucléaire de 1. L'hélium, qui possède deux électrons périphériques, a une charge nucléaire de 2, etc. Et ceci jusqu'à l'uranium qui, pourvu de 92 électrons périphériques, a une charge nucléaire de 92.

D'autre part, les substances radioactives expulsent à partir de leur noyau des particules tant positives que négatives sous forme de rayonnements alpha et bêta. On ne saurait donc concevoir un noyau positif dans toutes ses parties. Il faut plutôt considérer sa charge comme

Digitized by Google

une charge résultante, somme algébrique des charges de ses divers constituants.

Dans l'opinion de Rutherford, les noyaux se réduisent tous, en dernière analyse, à deux unités fondamentales. L'une de ces unités est l'électron, charge élémentaire d'électricité négative. L'autre unité, la charge élémentaire d'électricité positive qui a reçu le nom de proton, n'est autre que le noyau d'hydrogène de masse 1, par définition. Les noyaux sont des groupements de protons et d'électrons. Par exemple l'oxygène, de rang atomique 8, a un noyau de masse 16, lequel contient 16 protons et 8 électrons. Rutherford suppose aussi l'existence d'une unité secondaire, le noyau d'hélium, dont la masse est sensiblement égale à 4 et qui consiste en 4 protons et 2 électrons. La dislocation des noyaux radioactifs nous met directement en présence de cette présumée unité secondaire, à laquelle on a pu identifier la particule alpha.

Les expériences sur les collisions entre noyaux d'hydrogène et électrons montrent que le noyau d'hydrogène est beaucoup plus petit que l'électron, dont on suppose le diamètre de l'ordre de 10^{-13} cm. La masse d'une charge électrique croissant avec sa concentration, le proton est beaucoup plus pesant que l'électron. Si l'on choisit la masse du proton comme unité, la masse du noyau se trouve représentée par le nombre de protons qu'il renferme. Il s'ensuit que les masses de tous les noyaux s'ex-

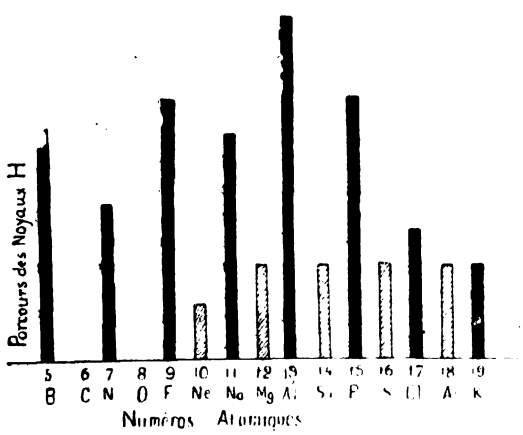


FIG. 331. — Les éléments actifs avec leurs numéros atomiques et le parcours des protons qu'ils rejettent sous le bombardement alpha.

primeraient en nombres entiers. Cette règle, qui rappelle dans une certaine mesure celle que proposait Prout au siècle dernier, a été énoncée par Aston à la suite de ses études au spectrographe de masse. Tout élément dont la masse atomique ne paraît pas entière, se révèle un agrégat de composants isotopiques ayant, eux, une masse exactement entière. Par exemple le chlore, de masse atomique 35,5 se résout en deux isotopes de masses entières respectives 35 et 37, isotopes dont les proportions, évaluées en fonctions de l'intensité des raies du spectre de masse, correspondent bien à la valeur 35,5 obtenue par procédés chimiques. Il n'est pas sûr cependant que l'approximation, pour excellente qu'elle soit, dégénère finalement en certitude. Aston lui-même signale des divergences dans le cas de l'étain, métal qui ne comporte pas moins de huit isotopes. Selon cet auteur, il y aurait également à tenir compte d'un tassement plus ou moins prononcé des protons et des électrons dans le noyau. L'effet du tassement se traduirait par un abaissement apparent de la masse. Avec cette hypothèse, ce serait alors de façon normale que la masse de tout noyau s'écarterait d'une valeur entière. La question des masses nucléaires entières reste en suspens.

C'est la diffusion qu'éprouvent les particules alpha lors de leur passage à travers la matière qui a suggéré à Rutherford l'idée initiale d'un noyau atomique. Dans l'édifice atomique, en effet, seule une concentration à l'extrême de la masse peut justifier la traversée par la particule alpha d'un nombre aussi formidable d'atomes que celui que représentent, par exemple, plusieurs centimètres d'air, à la pression et à la température ordinaires. Les effets du passage d'une particule alpha à travers la matière s'enregistrent de manière précise à l'aide de la méthode de C.-T.-R. Wilson, basée sur la condensation de la vapeur d'eau autour des atomes ionisés. On observe des dispersions sous tous angles, certaines à près de 180°, comme s'il s'agissait de particules repoussées directement. D'après Geiger et Marsden, le noyau d'un atome lourd tel que l'or a un rayon de 6.10^{-12} cm., et la loi de répulsion de l'inverse du carré se vérifie, autant qu'on assimile le noyau et la particule alpha à des charges ponctuelles. On a calculé que la particule alpha peut pénétrer jusqu'à 5.10^{-12} cm. du centre de l'atome, le rayon atomique étant de l'ordre de 10^{-8} cm. Dans le cas d'éléments légers, Rutherford réalisant une véritable rupture du noyau, a réussi à le résoudre en protons, c'est-à-dire en noyaux d'hydrogène. L'illustre savant anglais est venu, en 1922, décrire ces expériences célèbres devant la Société française de Physique; sa conférence a été reproduite dans ces colonnes (1).

Les transformations radioactives, par le fait qu'elles mettent en cause le noyau lui-même, sont intéressantes au premier chef. Elles ont montré récemment quelques faits nouveaux que nous indiquerons ici rapidement.

La plupart de ces transformations s'effectuent par le rejet, soit d'une particule alpha, soit d'une particule bêta, pour aboutir finalement au terme suivant de la série radioactive. On a découvert un phénomène curieux de transformation bifurquée à partir des trois homologues, radium C, thorium C et actinium C. Chacun d'eux perd d'abord, soit une particule alpha pour passer au corps dit C_1, soit une particule bêta pour passer au corps dit C_2, et finalement dans les trois cas, la transformation amène au corps homologue, radium D, thorioplomb actinioplomb, analogie qui, selon toute vraisemblance, ne saurait être accidentelle.

Également chez les corps C, L.-F. Bates et J.-S. Rogers ont observé l'émission de particules dont les parcours sont exceptionnellement longs. Aussi dans l'air, à température et pression normales, on reconnaît au radium C des particules de parcours 3 cm. 8, 7 cm. 0, 9 cm. 3, 11 cm. 2 et 13 cm. 3, et au thorium C des particules de parcours 4 cm. 8, 8 cm. 6, 11 cm. 5, 15 cm. 0 et 18 cm. 4.

D'autre part, J. Chadwick et C.-D. Ellis ont trouvé que, sous l'action d'un champ magnétique puissant, les particules bêta du radium B et celles du radium C se répartissent suivant un spectre continu sur lequel se superposent des groupes de spectres distincts.

En outre, Ellis a déterminé pour le radium B et pour le radium C les longueurs d'onde des rayons gamma et les niveaux d'énergie dont ils proviennent.

Rutherford a poursuivi ses expériences sur la désinté-

(1) *Revue Scientifique* 1922, p. 645.

Digitized by Google

gration artificielle des noyaux atomiques par bombardement alpha, expériences auxquelles nous faisions allusion plus haut. On se souvient qu'il avait réussi à extraire des noyaux d'hydrogène, autrement dit des protons, de six éléments correspondant aux numéros atomiques impairs 5, 7, 9, 11, 13, 15. Aucun des poids atomiques de tous les éléments actifs n'étant de forme $4n$, Rutherford en avait conclu qu'il ne peut y avoir rejet de protons dans le cas où tous ceux-ci se trouvent préalablement soudés sous forme de noyaux d'hélium; chaque groupe de quatre constituant l'unité secondaire.

Dans ces premières expériences, le parcours des protons rejetés, qui atteint 90 cm. dans le cas de l'aluminium, était toujours supérieur au parcours 30 cm. des noyaux d'hydrogène libres, mis en mouvement par les particules alpha. Naturellement les traces d'hydrogène, sans parler des autres impuretés, pouvaient vicier les conclusions. On ne pouvait nier formellement l'existence de particules de parcours inférieurs à 30 cm., destinées à échapper à l'observation telle qu'on la pratiquait.

Rutherford et Chadwick, avec un nouveau dispositif, ont pu vérifier que le néon, le magnésium, le silicium, le chlore, l'argon et le potassium rejettent, eux aussi, des protons sous le bombardement alpha. Les parcours sont inférieurs à 30 cm.; le plus petit, celui du néon n'est que de 15 cm. Il convient de remarquer l'effet que donne le soufre. Cet élément de rang atomique 16, de masse atomique 8 et par ailleurs dépourvu d'isotopes, ne devrait pas montrer d'activité, si l'on se reporte à l'hypothèse primitive. Rutherford suppose alors que dans le noyau du soufre, tous les protons ne se groupent pas en noyaux d'hélium. Les chimistes attribuent, d'ailleurs, au soufre le poids atomique 32,07.

L'hélium s'est à nouveau montré d'une grande stabilité. On a eu également des résultats négatifs avec les autres éléments de poids atomique faible, lithium, oxygène, ainsi qu'avec les éléments plus lourds, nickel, cuivre, zinc, argent, molybdène, uranium, krypton et xénon. Le léger effet qu'avait semblé donner le glucinium pouvait être dû à une contamination de fluor. Celui qu'on avait cru reconnaître tout d'abord, dans le cas du fer, a disparu ensuite par un chauffage qui, vraisemblablement, a provoqué un dégagement d'hydrogène occlus. Dans toutes ces expériences, on était constamment gêné par la présence de l'azote, d'élimination très difficile.

On voit donc que l'investigation des noyaux n'en est encore qu'à son début. Nous donnerons pour terminer, figure 331, d'après Rutherford, le diagramme, en fonction du numéro atomique de l'élément, des parcours des protons ou noyaux rejetés. Les éléments de rang pair fournissent de nombreuses particules lentes de court parcours, tandis qu'on extrait à partir des éléments impairs, des particules rapides de long parcours, en quantités beaucoup moindres.

Notons que les éléments de rang atomique pair sont les plus abondants dans la nature, où l'on estime qu'ils représentent 86 % de la croûte terrestre. Quelle est la raison profonde de cette prédominance? Est-elle l'indice d'une plus grande symétrie et d'une plus grande stabilité? C'est encore un problème sur lequel on ne saurait que conjecturer. Suzanne VEIL,

Statistique

La main-d'œuvre étrangère en France. — La pénurie de la main-d'œuvre est une triste réalité. L'envahissement de la France par des travailleurs étrangers, sans rien présumer de la qualité des étrangers introduits, et seulement au point de vue des qualités touchant à l'idéal de la race, en est une autre.

262.000 ouvriers ont été introduits en 1923 par les soins des ministères du Travail et de l'Agriculture, dont 52.400 seulement pour l'agriculture.

Il faut noter toutefois qu'en 1923 on relève près de 60.000 ouvriers sortis de France.

Les nationalités introduites sont surtout : Italiens 112.000 environ, Polonais 55.000, Belges 34.000, Espagnols 36.000, Portugais 11.000, Tchécoslovaques 4.000 et Russes 3.400. Divers environ 5.000. (*Économiste français.*) L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie

Le Chalumeau oxyacétylénique. — La *Revue de la Soudure autogène* (janvier 1925) estime qu'il y a en France 25.000 installations de soudure oxyacétylénique avec 40.000 soudeurs ou soudeuses; plus de 100.000 chalumeaux ont été mis en service depuis dix ans. Une École et un Office de soudure fonctionnent depuis plusieurs années à Paris. Des ateliers automobiles circulent dans toute la France.

La consommation française du carbure de calcium en 1924 a dépassé 65.000 tonnes, dont 45.000 pour la soudure. La production d'oxygène a dû atteindre 16 millions de mètres cubes et celle de l'acétylène dissous 2 millions de mètres cubes. La France est le pays où la soudure oxyacétylénique est la plus développée; par contre, le coupage des aciers à l'oxygène y est moins usité qu'en Amérique et en Angleterre.

Ce qui caractérise le chalumeau oxyacétylénique, c'est que sa flamme est réductrice au lieu d'être oxydante comme celles des autres chalumeaux, en outre elle possède une souplesse qui a assuré son succès. A. R.

Industrie

La sciure de bois. — L'utilisation de la sciure de bois est à l'ordre du jour, mais il est à l'heure actuelle un nombre considérable de scieries qui brûlent la sciure en tas pour s'en débarrasser, ou bien qui l'utilisent à remblayer les inégalités de terrain avoisinantes. D'autres enfin font tomber la sciure dans les torrents, c'est le cas de beaucoup de scieries de montagne.

A côté de cela, il est des industriels consommant la sciure et, de plus en plus, ce déchet est devenu une matière première qui serait recherchée si sa dispersion par la force même des choses n'était un obstacle à son obtention à des prix économiquement acceptables.

L'emploi comme matière première, dans les gazogènes, pour produire la force motrice, ou bien comme combustible, réduit en briquettes est encore assez restreint, mais il semble se développer de plus en plus. Comme combustible, la sciure a l'inconvénient de contenir beaucoup d'eau et les usines qui fabriquent les agglomérés pour chauffage, sont obligées de la dessécher préalablement. Dans des usines autrichiennes, on chauffe à une température

Digitized by Google

élevée sans cependant produire la séparation des goudrons, et on soumet à une pression assez forte pour fabriquer des briquettes dans des moules.

Dans un procédé suédois on agglomère à l'aide de 13 % de goudron et l'on presse ensuite dans des moules.

Un procédé simple consiste, pour éviter les traitements aux presses puissantes, à ajouter 10 % de brai et 10 % d'argile, la pâte argileuse se moule sans difficulté.

Un procédé suédois soumet les briquettes de sciure agglomérée par forte pression à une distillation partielle, qui donne un charbon poreux d'un pouvoir calorifique élevé.

Un certain nombre d'autres procédés sont signalés par M. Weiss dans *La Journée Industrielle*. Parmi ceux-ci, celui employé par une Société, à Grenoble, consiste simplement à dessécher la sciure et à la comprimer en briquettes au moyen d'une très forte pression. Les briquettes obtenues brûlent en produisant peu de dégagement de goudron contrairement aux briquettes agglomérées avec un produit goudronneux.

Enfin, signalons, pour mémoire, la fabrication bien connue d'allume-feux formés d'un mélange de sciure et de résine comprimé en briquettes. L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 22 juin, M. Léon Guillet, Directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures, a été élu membre de la section des applications de la Science à l'Industrie, en remplacement de M. Rabut.

Le nouvel académicien est un ancien élève de l'École centrale (promotion de 1907). Il est docteur ès-sciences depuis l'année 1904 ; ses travaux et ses ouvrages sur la constitution des métaux le faisaient appeler en 1908 à la chaire de Métallurgie du Conservatoire des Arts et Métiers. En 1911, il devenait professeur à l'École centrale, où il créait un enseignement nouveau et mettait en œuvre les données de la Chimie générale et de la Chimie physique. Depuis qu'il a été appelé à diriger l'École centrale, il y a apporté de notables améliorations, les unes relatives au confort des élèves, les autres se rapportant à la création de laboratoires et d'ateliers nouveaux, grâce à des subventions dépassant 12 millions de francs qu'il a obtenues des Industriels.

A partir du 6 juillet, les extraits des mémoires publiés aux Comptes-Rendus seront limités à quatre pages avec un maximum de dix par année pour les membres, à trois pages avec un maximum de huit pour les correspondants et à deux pages et demie pour les notes présentées avec un maximum de cinq par an. La page comprend 38 lignes de 67 lettres en intervalles. (Nouveau règlement adopté dans la séance du 8 juin.)

L'Institut est autorisé à accepter le legs universel fait par M. Gabriel Crepet. Le revenu sera attribué chaque année à un laboratoire de recherches d'utilité pratique, insuffisamment doté.

Académie de médecine. — Dans la séance du 23 juin, M. le professeur de clinique chirurgicale Forgue (de Montpellier) et M. le professeur de clinique médicale Arnozan (de Bordeaux), ont été nommés membres associés nationaux.

Académie des Sciences de Russie. — Le deuxième centenaire de cette importante institution sera célébré le 6 septembre prochain.

Association française pour l'avancement des Sciences. — Le Congrès annuel de l'A. F. A. S. se tiendra à Grenoble du 27 juillet au 1er août prochain, dans les locaux du lycée Champollion, cours Lafontaine. Il sera présidé par M. Emile Borel, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne, actuellement ministre de la Marine. Le Comité local, chargé d'organiser la réception des Congressistes, est présidé par M. Wilfrid Kilian, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Cette réunion, par l'importance des communications qui seront faites dans les différentes sections et par l'intérêt que suscite la belle exposition de la houille blanche, attirera de nombreux adhérents. Pour tous renseignements, s'adresser au siège de l'Association, 28, rue Serpente, Paris, 6e (M. le Dr Rivet, secrétaire général) où à M. V. Piraud, Conservateur du Muséum d'Histoire naturelle, secrétaire général du Comité local, à Grenoble.

Observatoire de Paris. — Sur sa demande, M. Baillaud, directeur, est admis à la retraite à partir du 31 octobre (arrêté du 28 mai).

Service des poudres. — A la suite du décès de M. le professeur Haller, qui avait remplacé M. Berthelot comme président de la commission des substances explosives, M. le professeur Moureu a été appelé à remplir cette importante mission (26 mai 1925).

Congrès des Sociétés savantes. — Le Congrès de 1926 s'ouvrira le 6 avril à l'Université de Poitiers.

Hôpitaux de Paris. — MM. Girod et d'Allaines sont nommés chirurgiens.

Centenaire de l'École nationale des Eaux et Forêts. — Les 20 et 21 juillet prochain, on célébrera à Nancy le centenaire de l'École forestière, qui fut créée en 1824. Le recrutement des élèves est assuré par des candidats sortant de l'École Polytechnique et de l'Institut agronomique. L'École admet en outre une douzaine d'élèves libres.

Cette cérémonie sera présidée par le Ministre de l'Agriculture, qui mettra en relief les grands services rendus à notre Pays par l'administration des Eaux et Forêts.

L'Académie des Sciences de Paris sera représentée à cette commémoration par MM. Imbeaux et Vuillemin. R. L.

Vie scientifique universitaire

Facultés des Sciences. — Diplôme d'ingénieur-docteur. Un arrêté fixe les conditions d'application du décret relatif au titre scientifique d'ingénieur-docteur (*J. Off.* 25 juin). Les candidats devront être pourvus du titre d'ancien élève des Instituts ou Écoles dont la liste a été publiée le 9 juillet 1924 (Diplômés). L'inscription a lieu au début de chaque semestre. Les candidats seront admis dans les laboratoires pour préparer une thèse qui, agréée par le professeur-directeur du laboratoire, sera soutenue devant un jury suivant les règles adoptées pour le doctorat ès-sciences ; il peut être adjoint au jury un docteur ou ingénieur-docteur particulièrement compétent.

École normale supérieure. — 282 candidats ont été autorisés à prendre part au concours de l'École normale supérieure (Sciences) et des bourses de licence dans les Facultés des départements.

Option I. — Paris 114, Aix 19, Alger 9, Besançon 2, Bordeaux 5, Caen 14, Clermont 1, Dijon 13, Grenoble 7, Lille 4, Lyon 11, Montpellier 8, Nancy 12, Poitiers 15, Rennes 15, Strasbourg 10, Toulouse 13.

Option II. — Paris 10. Quatre jeunes filles participent au concours : 2 à Paris et 2 à Strasbourg.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — La préparation au certificat d'études de Chimie générale comportant des connaissances mathématiques au moins équivalentes à celles enseignées dans les classes de Mathématiques spéciales,

Digitized by Google

il conviendrait d'exiger des candidats la préparation préalable du certificat de mathématiques générales et du M. P. C.

Faculté des Sciences. — 1716 candidats aux divers certificats d'études supérieurs ont été inscrits pour la session de juillet :

Mathématiques générales	365
Analyse supérieure	12
Géométrie	11
Mécanique rationnelle	148
Mécanique physique	70
Mécanique céleste	3
Calcul différentiel	117
Technique aéronautique	13
Physique générale	205
Physique du globe	2
Electrotechnique	52
Optique appliquée	2
Chimie physique	6
Chimie générale	212
Chimie biologique	54
Chimie appliquée	92
Minéralogie	60
Géologie	35
Géographie physique	15
Botanique	54
Zoologie	34
Physiologie générale	38
Embryologie	5
M. P. C.	6
S. P. C. N.	105

Les examens seront terminés le 17 juillet.

Le concours d'entrée par l'Institut de Chimie aura lieu le 19 octobre. La scolarité de 3 années est sanctionnée par un diplôme d'ingénieur-chimiste. Les bons élèves peuvent assez facilement obtenir, en outre, trois certificats et avoir le grade de licencié ès-sciences (Math. gén., Chimie générale, Chimie appliquée, etc.).

Soutenances de thèses. — Pour le doctorat ès-sciences mathématiques, le 28 mai, M. Vasilesco : « Essai sur les fonctions multiples des variables réelles ».

Le 5 juin, M. Legaut : « Sur les systèmes de points du plan. Application aux courbes gauches algébriques ».

— Pour le doctorat ès-sciences physiques, le 6 juin, M. Fleury : « Mesures du rayonnement du corps noir en vue de son emploi comme étalon primaire d'intensité lumineuse ».

Le 11 juin, M. Galibourg : « Les forces thermoélectrométriques de contact et leurs applications en métallurgie ».

M. Arçay : « Recherches expérimentales sur l'amortissement des oscillations d'une balance. Influence des huiles ».

M. Thiebaut : « Contribution à l'étude des sédiments argilo-calcaires du bassin de Paris ».

M. Duffieux : « Sur l'origine de quelques spectres de bandes ».

Le 13 juin, M. Athanasiu : « Contribution à l'étude des actinomètres électrochimiques ».

M. Duval : « Recherches sur le milieu intérieur des animaux aquatiques ».

Le 18 juin, M. Leroux : « Détermination du coefficient de viscosité de l'eau en valeur absolue »

— Pour le doctorat ès-sciences naturelles.

Le 15 juin, M. Regnier : « Rôle des insectes dans la désorganisation d'un arbre. La faune entomologique des peupliers ».

— Pour le doctorat d'Université le 12 juin, M. Balaceanu : « Les acides α et β naphtoxyméthylacétiques ».

Le 29 juin, M. Grigiracki : « Recherches cytologiques et taxinomiques sur les Dermatophytes et quelques autres champignons parasites de l'homme et des animaux ».

Faculté de médecine. — M. Strohl est nommé professeur de physique.

— Le 26 juin dernier, le professeur Charles Richet a fait sa dernière leçon, après 47 ans d'enseignement ininterrompu et de fécondes recherches. Il convient de rappeler que, deux ans avant Behring, il inaugurait la sérothérapie. C'est à lui qu'on doit l'étude de l'anaphylaxie qu'il découvrit en collaboration avec M. le professeur Portier, de la Faculté des Sciences. A cette dernière leçon assistaient le doyen et de nombreux professeurs ; au nom de ses élèves le Dr Lassablière a remis au maître son médaillon gravé par M. Allouard.

Faculté de pharmacie. — La chaire de pharmacie galénique est déclarée vacante (5 juin).

Museum national d'histoire naturelle. — M. le professeur de Zoologie Trouessart est admis à la retraite.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — M. Louis Lumière, de l'Académie des Sciences, est nommé membre du Conseil en remplacement de M. Haller.

— Sont nommés conseillers techniques : MM. Béthenod (électricité), Cusinberche (stéarinerie), Demaria (photo et cinématographie), Liebaut (filature).

Institut catholique de Paris. — *École des Sciences.* — Les cours préparatoires aux divers certificats d'études supérieures, groupés en trois années d'études, commenceront le 3 novembre .

— Sciences mathématiques, 1re année :
Mathématiques élémentaires. — M. Nau.
Mathématiques générales : Mécanique. — M. Lalan.
Astronomie, 2e semestre. — M. Friocourt, 2e année.
Mécanique rationnelle. — M. Lalan.
Astronomie, 1er semestre. — M. Friocourt.
Calcul différentiel et intégral. — M. Fouet, 3e année.
Calcul différentiel et intégral. — M. Fouet.
— Sciences physiques :
1re année. *Mathématiques élémentaires*, M. Friocourt ou Mathématiques générales, M. Nau.
Chimie organique. — M. Palfray.
Chimie minérale. — MM. Olmer et Gire.
2e année. *Physique, Mathématiques générales ou Chimie.* — M. Branly.
3e année. *Physique.* — M. Branly. *Conférence* : M. Defos du Rau.
— Sciences naturelles.
Physiologie générale. — M. Briot.
Biologie générale. — M. Briot.
Botanique et physiologie végétales. — M. Colin.
Géologie. — M. Teilhard du Chardin.
Minéralogie. — M. Gaudefroy.

École centrale des Arts et Manufactures. — M. Frémin-ville, ancien élève, ingénieur du Creusot, est nommé membre du Conseil jusqu'au 31 décembre 1927.

École des Mines. — La chaire de mécanique est vacante (30 mai).

Institut agronomique. — Le concours sur titres pour la nomination d'un Maître de conférences d'agriculture est reporté au 12 octobre.

École municipale de physique et chimie. — L'École doit être rattachée à l'enseignement technique (Ministère de l'Instruction publique), et ses élèves seraient immatriculés à la Faculté des Sciences de Paris. Un décret, dans ce sens, est en préparation.

Ingénieurs de l'aéronautique. — Un concours pour quatre places d'élèves ingénieurs aura lieu le 12 octobre. Inscription jusqu'au 12 septembre. Le programme du concours est inséré au *Journal Officiel* du 12 juin. Renseignements au

Digitized by Google

sous-secrétariat de l'aéronautique. Les candidats admis s'engageront à servir l'État pendant huit ans.

Université de Montpellier. — A l'occasion de l'Exposition de Pezenas, une plaque commémorative a été scellée sur la maison du professeur de chimie G.-F. Venel, dont on célébrait le deuxième centenaire et qui fut un des Maîtres de la Faculté de Montpellier. Le professeur Delmas et le professeur Faucon ont prononcé l'éloge du chimiste piscénois.

Université de Lyon. — Le recteur est autorisé à accepter le legs de 100.000 fr. fait par M. Joseph Gillet en faveur des laboratoires des Facultés des Sciences et de Médecine devant servir à des achats de matériel.

Université de Strasbourg. — M. Fréchet, professeur d'analyse, directeur de l'Institut de mathématiques, examinateur d'admission à l'École navale, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Université d'Alger. — *Faculté de Médecine.* — M. le professeur de physique Strohl est appelé à la Faculté de médecine de Paris. Sont nommés professeurs : MM. Costantini (clinique chirurgicale), Leblanc (anatomie), Pinoy (parasitologie).

Écoles de médecine et de pharmacie. — Le 16 décembre prochain, un concours aura lieu à la Faculté de Lille, pour un emploi de suppléant de pharmacie et matière médicale à l'École d'Amiens.

Écoles d'agriculture. — Un concours sera ouvert à l'Institut agronomique pour la nomination du professeur de zootechnie de l'École de Rennes, dans la première quinzaine de décembre.

Université de Varsovie. — Le 6 juin, Mme Curie a fait une conférence très applaudie ; dans la soirée, les sociétés scientifiques avaient organisé une réception en son honneur.

Universités allemandes. — Dans toutes les Universités, aucun étudiant ne peut obtenir un grade universitaire s'il ne produit un certificat constatant qu'il a suivi le cours d'aptitude physique, visé par l'autorité militaire.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du lundi 25 mai 1925

GÉOMÉTRIE. — *B. de Kerékjártó* (transm. par M. J. Hadamard). — **Sur les familles de surfaces et de courbes.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Transformation asymptotique de M. Bianchi et courbe de M. Picard sur les surfaces réglées dont les génératrices appartiennent à un complexe linéaire.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R.-H. Germay.* — **Sur les fonctions implicites périodiques et les solutions périodiques d'équations aux dérivées partielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Lusin* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les ensembles projectifs de M. Henri Lebesgue.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Boris Stetchkine* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur la détermination dans un fluide incompressible du potentiel des vitesses dû à un tube tourbillon.**

— *Eydoux* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les écoulements des fluides avec et sans potentiel des vitesses. Application au tracé des aubes des turbines.**

— *C. Camichel, L. Escande et M. Ricaud.* — **Sur l'écoulement des fluides visqueux autour d'un obstacle.**

Il s'agit de phénomènes qui se produisent à l'aval d'un corps immergé dans un fluide incompressible ; on précise les divers régimes qu'on y rencontre.

PHYSIQUE. — *P. Lecomte du Noüy* (prés. par M. Charles Richet). — **Appareil pour la mesure rapide de la tension superficielle à la surface de séparation de deux liquides. Influence de la température.**

Cet appareil est dérivé du *tensiomètre*, déjà décrit par l'auteur en 1919 ; un anneau en platine de 6 ou 12 cm. de circonférence est placé à la surface de séparation des deux liquides et fixé à un support rigide. En agissant à la fois sur la table à crémaillère portant les liquides et sur la vis commandant la torsion, on produit la rupture sans que l'équipage se déplace. Les nombres obtenus s'accordent avec ceux de Quincke.

— *Stéphane Dombrowsky* (prés. par M. Jean Perrin). — **Régime de concentration établi par la diffusion latérale dans un courant de convection.**

L'auteur établit en particulier qu'un phénomène astatique, diffusion latérale dans un courant de convection, donne lieu à un état statique, qui est un équilibre stationnaire de concentration.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *M. Larday* (prés. par M. G. Ferrié). — **Étude de la propagation des ondes courtes.**

La réception observée pendant plus de 2.000 heures sur 3 ondes (450 m. de l'École supérieure des P. T. T. ; celle de 115 m. de la Tour Eiffel, celle de 50 m. de Casablanca, d'Issy-les-Moulineaux et d'un émetteur de bateau faisant le trajet France-Mexique) permet de conclure, contrairement à ce qu'on pouvait penser, à l'identité de la propagation, celle-ci étant indépendante de la longueur d'onde.

RADIOACTIVITÉ. — *E. Briner.* — **Remarques sur l'origine de la radioactivité.**

Certaines difficultés d'interprétation de la radioactivité semblent pouvoir être résolues, si on considère que l'atome, tout en étant de formation prodigieusement exothermique, doit pouvoir donner lieu à des transformations fortement exothermiques.

— *Mlle Berthe Perrette* (prés. par M. Deslandres). — **Contribution à l'étude de l'isotopie du plomb.**

Les spectres d'arc du plomb d'origine radioactive et du plomb ordinaire présentent des raies qui accusent, en faveur du plomb d'urane, une augmentation constante de la longueur d'onde.

— *Nobuo Yamada* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les particules de long parcours émises par le dépôt actif du thorium.**

Au moyen d'un dispositif déjà décrit, l'auteur met en évidence que le dépôt actif du thorium émet en moyenne 2,9 particules de longs parcours (plus de 11 $\frac{cm}{cm}$ dans l'air à 760 $\frac{mm}{mm}$ de pression et à 15° centigrades) pour 10.000 particules et de 8 $\frac{cm}{cm}$ 6 de parcours. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *D'Huart* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'absorption de la vapeur d'eau et de quelques autres vapeurs par la surface du verre.**

Une ampoule contenant un poids *m* d'eau est introduite dans un vase de verre portant un manomètre et dont une partie peut être refroidie à — 80°. On brise l'ampoule après avoir fait le vide ; on condense l'eau à — 80°, on ramène à une température constante ; la pression *h* mesurée ne correspond pas à la pression H calculée d'après le volume du vase. Avec d'autres liquides, la différence n'est souvent pas mesurable, leurs vapeurs n'étant pas absorbées par le verre. L'appareil se prête à la détermination des densités de vapeur.

— *R. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Recherches magnétochimiques sur la formation des chaînes fermées et des groupements nucléaires dans les composés organiques.**

Digitized by Google

Ces nouvelles recherches montrent l'identité du rôle magnétique des noyaux $C^{6-p}N^p$ hexavalents, et elles permettent de généraliser la loi d'additivité du diamagnétisme énoncée par l'auteur il y a quinze ans.

— *Grandadam* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Purification des cyanures de potassium et de sodium ; leur point de fusion.**

On dissout les cyanures du commerce à 95 % dans l'ammoniaque liquéfiée (solub. 4 % à 33°). L'évaporation donne des cristaux à 99,9 %. Avec un couple Ag-Au, on détermine les points de fusion : 563°7 pour CNNa et 631°5 pour CNK.

— *E. Bourion et J. Picard* (prés. par M. G. Urbain). — **Étude cinétique de la réduction de bromure mercurique par la formiate de sodium.**

En utilisant la méthode d'isolement d'Ostwald avec un excès de réducteur, on dose, au bout des temps connus, la quantité de Br^2Hg non réduite. A la température de 40°, Br^2Hg est réduit deux fois moins vite que Cl^2 Br.

CHIMIE MINÉRALE. — *V. Auger* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur un nouveau type de borates alcalins : les pentaborates.**

La cristallisation fractionnée de la solution de tétraborate en présence d'un excès d'acide borique faite par évaporation à 115-120° donne des croutes cristallines, correspondant à $B^{10}O^{17}M^4$, $5H^2O$. L'étude de la déshydration montre que la formule est $B^5O^8M^2H$, $2H^2O$. A 360°, les $2H^2O$ s'éliminent. Après déshydratation à 400° la réhydratation est lente. La formation du sel de K est plus facile que celle du pentaborate de Na, moins stable. A. RIGAUT.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *D'Arsonval.* — **Nouveau générateur à courant continu 500.000 volts.**

L'auteur décrit le générateur destiné au Laboratoire de M. Perrin, dont les essais viennent d'être terminés. Ce générateur comprendra des condensateurs de $\frac{6}{100}$ de microfarad ; le débit pourra être porté à 30 milliampères pour la tension normale d'utilisation de 500.000 volts, ce qui représente un courant continu d'une puissance de 15 kilowatts.

— *J. Cluzet, A. Rochaix* et *Th. Kofman.* — (prés. par M. Desgrez).— **Variations du pouvoir agglutinant d'un immunsérum mixte sous l'influence du courant continu.**

L'immunsérum observé a présenté une élévation du pouvoir agglutinant au pôle positif, vis-à-vis du bacille d'Eberth, et au pôle négatif, vis-à-vis du bacille de Flexner. Tout s'est passé, dans le sérum possédant un pouvoir agglutinant mixte, comme s'il s'agissait de deux sérums indépendants, et l'élévation du pouvoir agglutinant s'est produite dans le même sens que dans des expériences antérieures.

Malgré le passage prolongé du courant continu, le pouvoir agglutinant spécifique particulier a été conservé vis-à-vis des deux microbes ayant servi à la préparation des animaux.

Le phénomène de l'agglutination a conservé toute sa spécificité habituelle et les coagulations de groupe observées n'ont paru ni augmentées, ni diminuées, comparées à l'agglutination spécifique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Desgrez, H. Bierry* et *F. Rathery.* — **Phosphates inorganiques et hypoglycémie insulinienne.**

L'injection au chien d'une dose convenable de solution de phosphates : $PO^4NaH,2H^2O$ et PO^4KH^2, présentant un P_H voisin de celui du sang, intensifie et prolonge d'une façon remarquable l'hypoglycémie insulinienne.

ZOOLOGIE. — *R. Kœhler* et *C. Vaney.* — **Un nouveau Gastropode producteur de galles sur les piquants du *Dorocidaris tiara* Anderson.**

La plupart de ces galles hébergent, dans l'intérieur de leur loge, deux Gastropodes dont l'un, de grande taille, est une femelle, tandis que le petit exemplaire est un mâle. Ce dimorphisme sexuel bien accentué amène les auteurs à considérer ce mollusque comme une nouvelle espèce de *Megadenus*, pour laquelle ils proposent le nom de *cysticola*.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lesage* (prés. par M. Guignard). — **Sur l'hérédité du caractère précocité et sur la conservation de ce caractère dans les graines âgées.**

Les graines de *Lepidium sativum* mûries sous châssis donnent, en plein air, des plantes qui poussent plus rapidement que celles qui proviennent de graines mûries en plein air. Les plantes issues de graines mûries sous châssis sortent des boutons depuis le 15 ou 16 mai et fleurissent quand les plantes toujours de plein air ne commencent à sortir leur tige de la rosette des feuilles basiliaires que depuis le 23 mai.

Le caractère précocité est hérité jusqu'à la quatrième génération de plein air et il ne semble pas qu'il aille en s'atténuant.

BOTANIQUE. — *P. Lavialle* (prés. par M. Guignard). — **Sur les antipodes et la région chalazienne de l'ovule des Dipsacées.**

L'auteur précise, à l'aide de figures, les détails qu'il a donnés antérieurement concernant le développement du sac embryonnaire des Dipsacées. Il met en évidence la formation de méats chalaziens et la destruction des antipodes et des cellules du manchon antipodaire aboutissant à l'accumulation, au fond du sac, de produits dans lesquels on retrouve fréquemment les débris jaunes des contenus cellulaires.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. D. Berthelot). — **Hydratation cellulaire et vitalité.**

La vitalité des cellules s'exprime par l'intensité des échanges respiratoires au moment considéré. Cette respiration est, en général, plus active dans les tissus énergétiques (cerveau, cœur, muscles) ; elle y est favorisée par une hydratation élevée et une plus grande concentration oxydasique. C'est seulement l'*eau liée* du protoplasma qui entretient le travail des forces osmotiques et le phénomène nutritif, dont l'essence demeure diastasique. Mais les causes biochimiques de cette proportion d'eau liée, comme leur influence sur la tension superficille du milieu, sont encore indéterminées.

BIOLOGIE. — *A. Vandel* (prés. par M. F. Mesnil). — **Amixie physiologique et espèces naissantes chez l'Isopode : *Trichoniscus (spiloniscus) provisorius* Racovitza.**

Les femelles septentrionales sont parfaitement capables de s'accoupler, mais elles n'exercent aucune attraction sur les mâles méridionaux. La réciproque n'est d'ailleurs pas vraie. L'auteur a constaté que les mâles septentrionaux s'accouplent avec les femelles du Midi.

Ces expériences montrent que les deux races, parthénogénitique et bisexuée, ne se croisent plus entre elles (au moins dans un sens), bien que semblables morphologiquement (amixie physiologique) et qu'on doit les considérer comme des espèces naissantes. Elles montrent aussi que l'attraction sexuelle est très limitée chez les *Trichoniscus*.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Philippe Bunau-Varilla* et *Emile Techoueyres* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'antisepsie induite ou, autrement dit, sur l'action microbicide exercée à distance, sans contact matériel, sur une dilution bactérienne par une solution très étendue d'hypochlorite de sodium.**

Les résultats des expériences relatés dans cette note confirment l'hypothèse suivante : la molécule d'hypochlorite de sodium, en attaquant la matière organique doit émettre des rayonnements dont l'action est analogue à celle des rayons ultraviolets sur la vie microbienne, créant autour du foyer d'action chimique une zone étendue de destruction de cette vie microbienne. P. GUÉRIN.

Digitized by Google

Séance du mardi 2 juin 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Benjamin Jekhowsky* (prés. par M. Appell). — **Généralisation des nombres de Cauchy.**

— *Stefan Banach* (prés. par M. E. Goursat). — **Sur une propriété caractéristique des fonctions orthogonales.**

— *P.-J. Myrberg* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les groupes discontinus des substitutions linéaires.**

HYDRAULIQUE. — *de Sparre.* — **Au sujet de la vitesse de propagation du coup de bélier dans les conduites en béton armé.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Jean Boccardi* (prés. par M. Andoyer). — **Ce que nous dit la mécanique céleste à propos de la rotation des planètes intérieures.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *C. Dévé* (prés. par M. J. Breton). — **Sur un appareil de réduction microscopique dénommé « Pangrafic ».**

Il s'agit d'un dispositif réducteur d'un modèle simple et sans articulation.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Bernard Lyot* (prés. par M. Deslandres). — **Variation de la polarisation de Mars au cours d'une perturbation atmosphérique.**

La proportion de lumière polarisée émise par l'atmosphère de la planète Mars est d'autant plus faible que celle-ci est plus voilée; c'est ce que l'auteur a pu vérifier pendant un mois à partir du 6 décembre 1924. Ainsi le polarimètre permet d'apprécier la transparence de l'atmosphère de cette planète.

GÉODÉSIE. — *H. Noirel* (prés. par M. R. Bourgeois). — **Déterminations de l'intensité de la pesanteur faites dans la République de l'Équateur au cours de la mission du Service géographique de l'armée (1899-1906).**

De ces observations, effectuées avec le pendule réversible inversable de Defforges, il résulte qu'il y a déficit de pesanteur dans cette région, même sur la côte du Pacifique.

RADIATION. — *Mlle E. Gleditsch et M. E. Bololfsen* (prés. par M. Jean Perrin). — **Les spectres des rayons X du praséodyme, du néodyme et du samarium.**

Les spectres ont été obtenus par la méthode et les dispositifs expérimentaux de Siegbahn.

ÉLECTROCHIMIE. — *J. Heyrovsky* (prés. par M. G. Urbain) — **Sur la signification physique de la tension de dissolution électrolytique.**

La formule établie par l'auteur donne des nombres qui sont du même ordre de grandeur que les chiffres obtenus expérimentalement.

RADIOLOGIE. — *Eugène Delauney* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une nouvelle méthode d'analyse quantitative par rayons X.**

La formule d'absorption $I = I_0 \, 1^{-am}$, où m est le nombre de grammes de l'élément dissous dans un centimètre cube, permet le calcul du coefficient exponentiel a qui, pour un faisceau monochromatique de rayons X, est caractéristique d'un élément donné. On en déduit une méthode d'analyse des mélanges, que MM. le professeur G. Urbain et Delauney ont appliquée dans le cas du zirconium et du celtium.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel.* — **Sur une chlorite blanche de Madagascar.**

Cette chlorite provient de la région de Midongy (province d'Ambatofinandrahana, Madagascar); elle est voisine de la leuchtenbergite d'Amity et de celle d'Eichberg, mais plus pauvre en fer que ces deux chlorites. R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. L. Costa* (prés. par M. J. Perrin). — **Détermination précise de la masse atomique du lithium 6 (méthode d'Aston).**

La spectrographie de masse, utilisée avec la méthode d'encadrement, a été utilisée pour établir avec précision les rapports des masses atomiques des éléments légers. Pour le lithium 6, la comparaison avec He = 4 a donné le chiffre 6,010 ou 6,009 avec une approximation de + 0,002.

— *R. Audubert et H. Rabaté* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur une méthode de détermination de la répartition granulométrique des systèmes dispersés.**

La méthode microscopique est d'une application peu précise; les méthodes de sédimentation demandaient à être simplifiées. Un appareil, consistant en deux tubes communiquant, mais dans lesquels on peut établir une différence de pression, permet d'obtenir la composition granulométrique, au moyen de la variation de pression en fonction du temps (loi de Stokes). Cet appareil, qui se prête à un enregistrement graphique ou photographique, sera utilisé avec avantage dans les industries nombreuses où on prépare la matière à l'état divisé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Haller et F. Salmon-Legagneur.* — **Action de l'iodure de méthylmagnésium sur les éthers de l'α-mononitrile de l'acide camphorique.**

Dans une note antérieure les auteurs avaient étudié l'action du bromure de phénylmagnésium. Avec CH^3MgI, en solution éthérée, et les éthers sels du même acide α-mononitrile, on obtient l'alcool tertiaire correspondant. En milieu toluénique, la fonction nitrile réagit à son tour et on obtient une cétone-alcool.

— *Ch. Courtot et R. Geoffroy* (prés. par M. Ch. Moureu). — **A propos du tétrahydroxyfluorène 2-7-9-9'.**

Les auteurs avaient montré que la constitution du disulfofluorène-2-7 était beaucoup plus simple que celle qui était donnée par des savants allemands : ils rectifient encore les affirmations de ces derniers en ce qui concerne le tétrahydroxyfluorène **2-7-9-9'.**

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *R. Lantz et A. Wahl.* — **Sur les aryliminonaphte-quinones. Acide arylamino-oxynaphtalène sulfonique.**

On traite la phénylimino-1-naphto-quinone-2 par le bisulfite de Na; la couleur verte disparaît. On ajoute CO^3Na^2, puis on filtre. Par l'addition d'un acide, on obtient un précipité de l'acide phénylamino-1-oxy-2-naphtalène-sulfonique, qui est obtenu, comme ses homologues, par réduction et sulfonation. A. Rigaut.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Vincent.* — **Sur la pluralité des toxines du *Bacilus coli* et sur les bases expérimentales de la sérothérapie anticolibacillaire.**

La toxine colibacillaire n'est pas une; elle résulte du mélange de deux toxines différentes. L'une, *exotoxine*, porte électivement son action sur le système nerveux central: elle est *neurotrope*. L'autre, *endotoxine*, exerce son action particulièrement nocive sur l'estomac (suffusions sanguines) et surtout sur l'intestin. Cette endotoxine est donc *entérotrope*.

L'immunisation contre l'endotoxine ne protège pas contre les effets de l'exotoxine. Aussi, pour la préparation du serum anticolibacillaire, convient-il de tenir compte de la pluralité des toxines fabriquées par le *B. coli*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Amé Pictet, Werner Scherrer et Louis Helfer.* — **Sur la présence de l'argon dans les gaz de la fermentation alcoolique du glucose.**

Les auteurs ont constaté la présence constante de l'argon dans la fermentation alcoolique. Il leur reste à rechercher si ce gaz préexiste dans la levure, et sous quelle forme, ou s'il prend naissance au cours de la fermentation, aux dépens de l'une ou l'autre des substances en présence.

— *H. Hérissey* (prés. par M. Guignard). — **Sur l'aspéruloside, glucoside nouveau retiré de l'Aspérule odorante.**

Au cours de nouvelles recherches, l'auteur a isolé, à l'état

Digitized by Google

cristallisé, de l'Aspérule odorante, un glucoside nouveau auquel il a donné le nom d'*aspéruloside*. Les phénomènes observés au cours des hydrolyses acide et fermentaire rapprochent beaucoup ce glucose de l'aucubine, glucoside de l'*Aucuba japonica* L.

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau.* — **Sur le développement d'une algue phéosporée** *Leathesia difformis* **Aresch.**

Si le rôle des sporanges uniloculaires du *Leathesia difformis* est encore ignoré, il paraît certain que ses sporanges pluriloculaires n'engendrent pas directement de nouveaux *Leathesia*. Leurs zoospores produisent des plantules à thalle filamenteux monosiphonié, ou rampant monostromatique, promptement fertiles, fournissant des plantules de seconde génération d'une autre forme.

— *H. Bouygues* (prés. par M. Guignard). — **Les fascies axillo-cotylédonaires du Haricot de Soissons.**

Lorsqu'on sectionne une très jeune tige de haricots de Soissons à sa sortie des cotylédons et tout à fait au voisinage de leur insertion sur la dite tige, on provoque, à chaque aisselle, le développement d'une formation dont l'allure varie avec le plant. Sur un plant jeune on peut avoir un des trois groupements suivants : deux fascies, ou une fascie et une tige normale ou bien deux tiges normales.

Les fascies peuvent se produire encore lorsque le premier entre-nœud, ayant atteint une longueur de 4 à 6 cm, est sectionné immédiatement au-dessous des premières feuilles.

Si la suppression des cotylédons et de l'axe, immédiatement au-dessus d'eux, ne provoque pas de fascies, par contre l'auteur en obtient avec l'ablation totale des cotylédons et le maintien en activité du moignon.

GÉOLOGIE. — *L. Cayeux* (prés. par M. H. Douvillé). — **Existence de silex à Diatomées dans les caillasses du calcaire grossier des environs de Paris.**

L'existence de Diatomées, dans les caillasses d'Essonnes, est à retenir tout spécialement, dit l'auteur, non seulement en ce qu'elle nous met en présence d'une source insoupçonnée de silice organique pour le calcaire grossier, mais parce qu'elle pose nettement la question de leur intervention dans la genèse d'autres accidents siliceux qui n'ont pas encore reçu d'explication satisfaisante.

LITHOLOGIE. — *Jacques de Lapparent* (prés. par M. Fréd. Wallerant). — **Des deux manières d'être des hydrocarbures dans les schistes bitumineux.**

L'un des sédiments qui donnent à la distillation la plus grande quantité d'huile est une sorte de marne schisteuse connue sous le nom de *kuckersite*. L'huile s'y trouve enfermée sous forme de gouttes dans de petites masses globuleuses homogènes.

Des schistes bitumineux sont fréquemment en relation avec les roches, souvent définies comme charbons, auxquelles est donné le nom de *boghead*, et l'on peut se rendre compte que la matière génératrice des hydrocarbures de ces schistes est précisément la même que celle qui constitue la masse principale du boghead. Cette matière forme des corps jaunâtres qu'il faut se représenter comme des gels d'un composé défini essentiellement hydrocarburé qui, précipité à l'état colloïdal, prit ultérieurement l'état cristallin.

PHONÉTIQUE GÉNÉRALE. — *Alfred Labriet* et *Raoul Husson* (prés. par M. G. Urbain). — **Principe de l'accord vocal, ou contribution à l'élaboration d'une théorie de l'émission normale de la voix chantée, et synthèse du mécanisme vocal correspondant.**

Le mécanisme physiologique et physique vocal normal est constitué par les mouvements musculaires et les attitudes d'organes par lesquels nos leviers de commande réalisent le quasi-accord préalable du résonateur normal, première phase de l'accord vocal. Son unicité est une conséquence des propriétés de l'accord vocal, qui fait correspondre à chaque voyelle et à chaque note une attitude unique de l'ensemble de l'organe vocal.

L'enseignement de ce mécanisme vocal est la base d'une éducation vocale rationnelle, indépendant des sexes, des timbres et des tessitures.

PHYSIOLOGIE. — *P. Mazé* (prés. par M. Roux). — **Influence du fluor et de l'iode sur les fonctions de reproduction chez les rats et sur la croissance des jeunes.**

Le phosphate bicalcique ajouté au régime ne joue aucun rôle ; la reproduction est assurée aussi bien par l'iode et le fluor que par le mélange des trois corps. Les expériences relatives à l'influence individuelle de l'iode et du fluor sont en cours ; jusqu'ici, les résultats sont en faveur du fluor : 1 portée contre 0 à l'iode.

— *T. Kahn* (prés. par M. Henneguy). — **Masse protoplasmique active et albumines de réserve.**

Au cours du jeûne, la vitesse de disparition des albumines musculaires l'emporte de beaucoup sur la vitesse de disparition de l'acide nucléinique ; les albumines comparées à l'acide nucléinique se comportent comme des substances de réserve.

Par les recherches citées dans cette Note, l'auteur pense avoir prouvé l'existence de protides de réserve et démontré par suite que les protides totaux ne sont pas un représentant qualifié de la masse active.

— *Ch. Richet* fils et *R. Monceaux* (prés. par M. Charles Richet). — **Modifications que la cuisson détermine dans le métabolisme de la viande.**

Le métabolisme de la viande crue est plus parfait que celui de la viande cuite. Dans le groupe des affections hépatiques, où il y a toujours troubles du métabolisme azoté, on diminuera ces troubles en donnant la viande crue. Dans les affections rénales, il y a avantage à donner de la viande très cuite. On favorisera ainsi à la fois la déchloruration et l'élimination hydrique.

— *J. Benoit* (prés. par M. Widal). — **Sur l'hypertrophie compensatrice après castration unilatérale chez le coq domestique.**

Les expériences montrent que, lorsque la castration unilatérale est pratiquée assez tôt, à un moment où les testicules ne sont pas encore très développés, le testicule restant présente non seulement une accélération de croissance, mais encore une réelle hypertrophie compensatrice ; à la fin de son évolution, il pèse autant que les deux testicules d'un sujet témoin.

CYTOLOGIE. — *E. Fauré-Frémiet* et *J. Murakami* (prés. par M. Henneguy). — **Les amibocytes du Lombric à l'état quiescent et à l'état actif.**

D'après les faits relatés dans cette Note, la formation des pseudopodes pétaloïdes, d'ailleurs très peu mobiles, ne semble pas liée à l'existence d'un appareil neuro-moteur. On pourrait l'interpréter comme représentant la séparation d'une phase cytoplasmique à rapprocher des substances dites *myéliniques*, cette séparation pouvant être à la fois exagérée et modifiée dans certaines conditions expérimentales.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). — **Quatre générations d'***Artemia arietina* **S. Fisch.**

Chez un *Artemia salina* L., les caractères *arietina* se sont maintenus, d'une façon remarquable, pendant quatre générations.

Lorsque le milieu agit sur un individu en puissance, il se produit une adaptation germinale qui peut aussi bien donner, par allélogenèse, des allomorphes plus réversibles qu'irréversibles. Ces derniers seuls peuvent, dans un milieu sans cesse changeant, maintenir une race locale définitivement stable ; et c'est là vraisemblablement ce qui se produit normalement

Digitized by Google

au Croisic ; les individus sur lesquels l'auteur a expérimenté forment une population d'allomorphes irréversibles.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Mouriquand, Leulier, Michel, Idrac* (prés. par M. Widal). — **Avitaminose C et cholestérinémie.**

L'avitaminose C, aiguë ou chronique, ne semble pas exercer d'influence nette sur la cholestérinémie. Si on note des chiffres extrêmes tels que 0,16 et 1 gr. par litre, ces écarts ne sont pas plus étonnants que ceux notés chez les cobayes normaux : 0,21 — 0,68.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Raoul Bayeux* (prés. par M. Desgrez). — **Modifications structurales du poumon sous l'influence des grandes décompressions barométriques.**

La lésion essentielle, primitive, déterminée dans le poumon par la décompression barométrique, consiste dans l'hypertrophie pariétale des alvéoles, qui se complique d'un rétrécissement de la cavité alvéolaire et de l'écrasement des vaisseaux capillaires. Tous les phénomènes cardio-vasculaires sont secondaires à cette lésion initiale.

MÉDECINE. — *F. Henrijean* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la signification de l'électrocardiogramme.**

Au cours de très nombreuses recherches sur l'action des médicaments cardiaques ou des hypnotiques sur le cœur, l'auteur a observé, durant l'arrêt complet de celui-ci, des électrocardiogrammes présentant une netteté très grande et des caractères spéciaux, susceptibles d'éclairer singulièrement le mécanisme de leur formation.

Les faits relatés permettent une conclusion pratique : il semble, contrairement aux affirmations des auteurs, que l'onde T est en raison inverse de la force de la contraction musculaire du cœur.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 8 juin 1925

GÉOMÉTRIE ET MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Jules Andrade.* — **A propos d'un théorème de métrologie : Horloges élastiques et balances spirales.**

GÉOMÉTRIE. — *Tzitzéica.* — **Sur certaines courbes gauches.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *M. Soubbotine* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la loi des erreurs d'observation.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Lawrence M. Graves.* — **Le théorème de Taylor dans l'analyse générale.**

— *D. Pompeiu* (prés. par M. Appell). — **Sur la monogénéité d'une variable complexe.**

MÉCANIQUE. — *L. Lecornu.* — **Sur le phénomène de la réfraction.**

HISTOIRE DES SCIENCES. — *P. Noguès* (prés. par M. Charles Richet). — **L'invention du cinématographe.**

M. Noguès établit, par des documents, que Marey est le théoricien et le réalisateur (de 1882 à 1890) du dispositif fondamental qui constitue ce qu'on appelle communément aujourd'hui le cinématographe.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Ollat* (transm. par M. G. Ferrié). — **Sur la résonance des circuits couplés.**

Il s'agit d'une étude expérimentale qui vérifie, avec une approximation suffisante pour les besoins de la pratique radiotélégraphique, les formules données par le calcul.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *J. Cayrel* (transm. par M. G. Ferrié). — **Sur la détection des galènes.**

Un magma de petits cristaux de galène donne une détection qui change de sens lorsque l'intensité du courant grandit. Au moyen d'un cristal isolé, M. Cayrel a pu conserver un même sens à la détection pourvu qu'il n'y ait pas un fort échauffement du contact pointe-galène.

ÉLECTRICITÉ. — *E. Bodin* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les particularités présentées par les cellules à rayonnement de grande résistance électrique.**

On a observé que l'émission du rayonnement est toujours corrélative, dans la distribution du potentiel, d'une discontinuité qui se manifeste au contact, voisine de ce contact ou dans faible épaisseur de la substance et de l'électrode métallique.

— *G. Ribaud* (prés. par M. A. Cotton). — **Fours électriques à induction à haute fréquence pour températures très élevées.**

L'originalité du nouveau dispositif consiste à adopter, pour prolonger le cylindre de graphite chauffant, un cylindre de charbon poreux, fermé par un bouchon de même matière. Ce cylindre et son bouchon ayant une faible conductibilité thermique, ils peuvent, s'ils sont assez longs, être maniés à la main, alors que l'intérieur du four est porté à la température de 3.000°.

RAYONS CATHODIQUES. — *G. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un nouveau mode de production de rayons cathodiques lents.**

Les cellules de grande résistance électrique émettent des rayons de courte longueur d'onde et projettent dans le milieu environnant des charges positives ou négatives, suivant le sens de la force électromotrice qui fait passer le courant dans la cellule. Sous pression réduite, on a pu déterminer la vitesse des rayons cathodiques dus à l'émission des charges négatives.

OPTIQUE. — *La Rosa.* — **La vitesse de la lumière et sa dépendance du mouvement de la source lumineuse.**

En réponse à certaines objections de M. Salet, l'auteur pense que lorsqu'on aura pu obtenir, avec une exactitude suffisante, la parallaxe de certaines étoiles variables, sa théorie indiquera la voie la plus simple et la plus directe pour la mesure des distances stellaires.

SPECTROSCOPIE. — *Léon et Eugène Bloch* (prés. par M. M. Brillouin). — **Spectres d'étincelle du chlore.**

Si, dans le tube sans électrode, on introduit une petite quantité de sel marin finement pulvérisé et si on fait le vide, la décharge électrique fait apparaître le spectre du chlore, en même temps qu'il se forme sur les parois du récipient un dépôt bleu de sodium. Ainsi, il est possible de reconnaître les degrés d'excitation successifs du chlore et de faire l'analyse des spectres d'étincelle de ce gaz.

PHOTOCHIMIE. — *Pierre Auger et Francis Perrin* (prés. par M. Jean Perrin). — **Considérations théoriques sur les directions d'émission des photo-électrons.**

Les électrons arrachés à la matière par un faisceau de radiations électromagnétiques ne sont pas émis uniformément dans tout l'espace ; les directions les plus favorisées sont voisines de celle du champ électrique. Les auteurs donnent une interprétation théorique simple de cette dispersion, en tenant compte de l'équation photo-électrique d'Einstein.

MÉTÉOROLOGIE. — *E. Van der Linden.* — **Sur un cas de foudroiement.**

Les arbres possédant un rhytidome épais et profondément fendillé (peupliers, chênes, ormes, pins) figurent, dans les statistiques, comme plus souvent foudroyés que les arbres à tronc plus lisse (hêtres, bouleaux, platanes, etc.).

En fait la différence observée tient à ce que la foudre peut glisser sur un tronc d'arbre sans l'entamer, à condition qu'il ne présente pas de grandes aspérités.

R. DONGIER.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Brun* (transm. par M. A. Haller). **Sur la miscibilité des mélanges : eau, alcool éthylique, alcool isobutylique.**

La courbe de miscibilité (eau-alcool isobutylique) obtenue par la méthode du louche, a son point critique à 123°, pour 37,5 % d'alcool isobutylique. La miscibilité de cet alcool avec les mélanges eau-alcool ordinaires se traduit par le graphique triangulaire ; il en est de même dans le cas de l'alcool butylique.

Digitized by Google

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Denigès* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Nouveau mode de diagnose et de dosage immédiat du cobalt par spectroscopie et chromoscopie.**

On utilise la belle coloration bleue donnée par tous les sels de Co^{**} en présence d'un excès de ClH; on mesure la colorométrie, on observe le spectre d'absorption. Cette *réaction céruléo-cobaltique* se retrouve dans les grandes dilutions. D'ailleurs ces colorations par ClH s'observent avec Cu^{**} et Fe^{***}.

— *M. Nicloux* (prés. par M. G. Urbain). **Dosage de CO par le méthode du sang et remarques sur l'absorption de ce gaz par l'hémoglobine en l'absence de O.**

Cette nouvelle technique repose sur l'apparition des bandes d'absorption par l'addition croissante de volumes d'air désoxygéné; on peut ainsi opérer sur des volumes réduits et augmenter la sensibilité ; on peut encore interpréter les faits observés au moyen de la loi d'action de masses.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Bourguel* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'hydrogénation de la triple liaison. Formation de composés cis-éthyléniques.**

Il était intéressant de savoir si l'hydrogénation lente en présence du Pd colloïdal, conduirait seulement au composé *cis*. Or, que l'on opère avec l'acide phénylpropiolique, tétrolique, acétylène-dicarbonique, le tolane, le tétraméthylbutinediol, on obtient toujours le composé *cis*. L'hydrogénation en trans, obtenue dans d'autres conditions, s'explique par l'état instable de la molécule éthylénique.

— *Max et Michel Polonowski* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les aminoxydes des alcaloïdes du groupe du tropane.**

La réaction de H^2O^2 sur les alcaloïdes des Solanées (hyoscïamine, atropine, tropine, apoatropine, scopolamine) conduit aux aminoxydes qui, traités par SO^2, donnent les sulfates des bases primitives et des éthers N-sulfonés facilement hydrolysables, dont la constitution a été établie par les auteurs.

— *R. Locquin et R. Heilmann* (prés. par Ch. Moureu). — **Sur de nouvelles bases triazotées : les urées des pyrazolines.**

Elles s'obtiennent par l'action du cyanate de potassium sur les pyrazolines en solution acétique. On extrait l'urée formée, en alcalinisant et traitant par l'éther. Ces urées ont la même composition que les semicarbazones normales des cétones (ou aldéhydes non saturées correspondantes).

— *E. Blaise et Mlle Montagne* (prés. par M. A. Behal). — **Sur les δ dicétones acycliques. Transformation en dérivés pyridiques.**

Comme le dipropionylpropane, les δ dicétones dialcoylées, traitées par le chlorhydrate d'hydroxylamine dans l'appareil à reflux, donnent en présence d'une oxime, une base dialcoylpyridique avec de bons rendements. C'est un procédé qui peut servir à la préparation de ce composé.

CHIMIE AGRICOLE. — *Smolik* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Échange de l'ion aluminium des sols de divers types contre l'ion potassium d'un sel neutre.**

Une masse de 30 grs de terre est agitée, pendant une heure, avec 100 cc., d'une solution normale de ClK ; on dose l'alumine et on mesure le P_H. Dans le cas des sols calcifères, où n'existe pas de l'aluminium échangeable, le P_H reste égal à 7 ; dans le cas de sols lavés, la quantité de Al devient notable et le P_H oscille entre 4 et 6.

— *A. Nemec* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Sur la concentration en ions H dans le tissu des graines.**

On mesure le P_H de l'extrait aqueux obtenu en mélangeant 5 grammes de farine, 100 centimètres cubes d'eau, 2 grammes de toluène et maintenant le tout pendant 48 heures, dans une étuve à 27°. Pour 40 graines de grande culture, le P_H s'échelonne en 4 et 6,5. La réaction des semences de lupin est voisine de la neutralité. Dans le cas des pois et de l'orge, qui s'accommodent des sols alcalins, le P_H est de 6,3-6,4.

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *R. Bourret.* — **Sur la géologie de la région de Pak Lay (Moyen Laos).**

Les plis du substratum de la région de Pak Lay sont des plis hercyniens. Vers la fin de la période intense de plissement, des fractures ont permis à des laves de s'épancher à la surface en quantités considérables. Les coulées, d'abord andésitiques, sont devenues plus acides à la fin de la période des éruptions qui correspond au Permicien. A la suite des éruptions se sont formés les dépôts continentaux oxydés du Terrain rouge, puis des grès quartzites. Les dépôts du Terrain rouge se sont effectués horizontalement autour de massifs de calcaires ouraliens.

LITHOLOGIE. — *L. Duparc.* — **Sur quelques roches filoniennes curieuses des environs de Mestigmer (Maroc).**

La roche éruptive basique qui constitue un premier gros filon de 10 à 15 m. correspond à un lamprophyre à deux temps de consolidation, euphyrique, dont les phénocristaux sont exclusivement représentés par de l'angite et de la biotite. Dans d'autres filons, à côté de la roche lamprophyrique, on trouve des roches d'apparence dioritique, renfermant en abondance des cristaux allongés d'augite.

BOTANIQUE. — *Marcel Mirande* (prés. par M. Guignard). — **Sur la phytostérine des écailles des bulbes dans les espèces du genre *Lilium*.**

La phytostérine douée d'une biréfringence négative (stérinoplastes), semble n'appartenir qu'au *Lilium candidum*. Par contre, la phytostérine concrétionnée, à biréfringence positive, est très répandue dans le genre *Lilium* où l'auteur l'a rencontrée dans une vingtaine d'espèces.

Dans les bulbes des Lis la phytostérine ne semble pas avoir un rôle de réserve alimentaire, mais plutôt un rôle de défense ; elle semble aussi protéger les écailles contre une trop rapide dessiccation.

R. de Litardière (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Le phénomène de *cytomixis* dans les microsporocytes du *Podophyllum peltatum* L.**

Ce phénomène consiste en l'expulsion de substance chromosomique, et parfois aussi nucléolaire, hors du noyau des microsporocytes, puis son passage à travers la membrane cellulaire dans le cytoplasme de la cellule voisine.

D'après ses observations sur le *Pod-peltatum*, l'auteur est d'avis que l'expulsion chromatique n'est pas, tout au moins chez cette plante, un processus normal, car beaucoup de noyaux restent intacts : elle paraît localisée à certains sacs polliniques. Ce serait un signe de dégénérescence des noyaux.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *C. Charaux* et *P. Delaunay* (prés. par M. Guignard). — **Sur la présence du loroglossoside (loroglossine) dans le *Listera ovata* R. Br. et l'*Epipactis palustris* Crantz et sur quelques nouvelles réactions de ce glucoside.**

Le glucoside a été isolé à l'état cristallisé et pur des racines de *Listera ovata* R. Br. et d'*Epipactis palustris* Crantz.

Le mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potassium donne au loroglossoside une coloration rouge. Le réactif de Fröhde donne d'abord une coloration violet bleu passant au violet rouge, puis au rouge. L'acide azotique à froid dissout les cristaux sans coloration ; en chauffant, il se dégage des vapeurs nitreuses. Si l'on ajoute ensuite au produit de la réaction un excès de potasse, il se produit une coloration jaune d'or intense.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Rémi Courjon* (prés. par M. Roux). — **Influence du temps de coagulation du sang sur la toxicité des sérums.**

Le fait de retarder la coagulation du sang humain par le refroidissement supprime ou atténue considérablement la toxicité sérique pour le cobaye.

Digitized by Google

HÉMATOLOGIE.— *L. M. Betances* (prés. par M. Henneguy). **La genèse des plaquettes sanguines.**

L'origine embryonnaire des plaquettes est le foie. Celles-ci dérivent des mégacaryocytes et, parfois, de quelques cellules endothéliales. Tous les mégacaryocytes ne produisent pas de plaquettes.

Pour que cette production s'effectue, il faut qu'au moment de l'augmentation de volume de la cellule, de la division amitotique de son noyau, de sa libération ou de sa dégénérescence, passent dans son cytoplasme des produits nucléaires et que celui-ci se fragmente.

EMBRYOLOGIE. — *H. Châtellier* et *H.-P. Châtellier* (prés. par M. Henneguy). — **Évolution embryologique du débouché endolymphatique chez l'homme.**

Le débouché endolymphatique, qui occupe toujours la partie haute de la paroi épithéliale profonde, se fait au-dessus de l'ébauche de cloisonnement, c'est-à-dire au niveau de l'utricule.

Chez l'homme, l'élargissement de l'ostium endolymphatique n'est pas lié à l'absorption du diverticule.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *E. Aubel* et *J. Salabartan* (prés. par M. M. Molliard). — **Signification des produits de dédoublement formés par le bacille *Coli*, aux dépens du glucose.**

L'acide lactique constitue-t-il un intermédiaire entre le glucose et les produits ultimes : alcool, acide acétique, CO^2? Le procès de décomposition du glucose en acide lactique doit être considéré comme différent du procès de décomposition en acide pyruvique. Le stade acide pyruvique est nécessaire.

L'acide lactique formé aux dépens du glucose est un produit de déchet et le dédoublement qui lui donne naissance n'intéresse pas les synthèses. La transformation de l'acide pyruvique en alcool s'effectue par une suite de réactions endothermiques.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *P. Lasareff* (prés. par M Jean Perrin). — **La théorie statistique de l'adaptation de l'œil au cours de la vision périphérique.**

Les recherches antérieures de l'auteur sur la vision périphérique ont démontré que, pour pouvoir expliquer la sensation de l'intensité de la lumière au point de vue de la loi du tout ou rien, il faut admettre non seulement la structure mosaïque de la rétine, mais aussi la structure quantique de la lumière.

Dans la présente note, M. Lasareff développe la théorie de l'adaptation au cours de la vision périphérique en la basant sur des faits déjà démontrés par lui.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Porcher* (prés. par M. Lindet). — **Action de l'acide carbonique sur les caséinates calciques. Introduction à l'étude du carbonate de calcium colloïdal.**

Par le passage de CO^2 dans les caséinates alcalins, il se fait du carbonate de calcium colloïdal s'unissant au caséinate pour former un complexe. Quelle que soit la charge initiale en chaux du caséinate, les complexes *caséinate de chaux + carbonate de chaux*, après perte, soit par barbotage d'azote, soit par repos prolongé, de l'acide carbonique en excès qui donnait l'acidité titrable et actionnait l'emprésurage, redeviennent tous neutres à la phtaléine du phénol et ont un P_H dont le millivoltage est de 720.

On observe, au total, des phénomènes de même ordre que ceux que l'on observe avec le complexe *caséinate de chaux + phosphate de chaux*. Dans le coagulum, c'est le caséinate de chaux qui fait la masse ; mais c'est le sel colloïdal, phosphate ou carbonate, qui est le déterminant de la coagulation.

BIOLOGIE. — *P. Cappe de Baillon* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Caractères généraux des Monstres doubles chez les Phasmides.**

Les deux composants d'un monstre double, considérés isolément, ont une taille inférieure à celle de la larve normale. Cette loi générale, susceptible de présenter quelques exceptions chez les Vertébrés supérieurs, est rigoureuse chez les Phasmides, dont l'œuf, à coque résistante, limite nécessairement le développement de l'embryon.

BACTÉRIOLOGIE. — *J. Beauverie* (prés. par M. L. Mangin). — **Le symplasme bactérien existe-il? Cas de l'Azotobacter.**

Reprenant l'étude de la morphologie et surtout de la cytologie de l'*Azotobacter chroococcum*, l'auteur n'a pu constater l'existence d'aspects correspondant à un symplasme régénérateur qui ne fussent le résultat d'une dégénérescence, d'un artifice de préparation, d'une contamination, d'une interprétation erronée de soi-disant corps régénérateurs ou gonidies. Pour M. Beauverie, la formation du symplasme bactérien n'est point démontrée.

CHIMIE PATHOLOGIQUE.—*Charles Kayser* et *Mlle Eliane Le Breton* (prés. par M. Henneguy). — **Mécanisme régulateur du métabolisme des purines et diabète insipide.**

Les auteurs déclarent ne pouvoir souscrire aux hypothèses de Camus et Gournay qui voient dans un trouble du métabolisme des purines l'origine des polyuries. Ils pensent au contraire que c'est la polyurie qui entraîne l'augmentation relative des oxypurines dans l'urine. A leur avis, aucun des faits actuellement établis ne permet de croire à l'existence dans la région du *tuber cinerum* « d'un centre régulateur du métabolisme des nucléoprotéides », associé au centre régulateur des échanges d'eau dont l'existence est indiscutable.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Paillot* (prés. par M. Marchal). — **Sur les altérations cytologiques au cours de l'évolution de la maladie du noyau des chenilles de *Pieris Brassicæ* L.**

Dans une note antérieure, l'auteur avait admis que les corps réfringents qui naissent dans certaines cellules sanguines et dans les cellules adipeuses des chenilles de Piéride en voie d'infection, étaient d'origine nucléaire et devaient être considérés comme les homologues des corpuscules polyédriques qui caractérisent les autres maladies du noyau. De nouvelles recherches lui ont montré que la formation des corps en question est indépendante des altérations nucléaires et qu'elle est d'origine exclusivement cytoplasmique.

P. GUÉRIN.

Séance du lundi 15 juin 1925

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *J. Haag* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la probabilité dans un cercle.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Goursat). — **Surfaces dont un nombre fini ou infini d'asymptotiques appartiennent à un complexe linéaire.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Maurice Fréchet* (transm. par M. J. Hadamard). — **Les transformations ponctuelles abstraites.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Lusin* (prés. par M. Émile Borel). — **Les propriétés des ensembles projectifs.**

— *P.-J. Myrberg* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur les fonctions automorphes.**

ÉLASTICITÉ. — *B. Galerkin* (prés. par M. Mesnager). — **Tensions d'un prisme ayant pour base un triangle rectangle isocèle.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *André Metz* (prés. par M. Émile Borel). — **Une définition relativiste de la simultanéité.**

La nouvelle définition que donne M. Metz a l'avantage d'être équivalente à celle d'Einstein et d'éviter le reproche d'arbitraire qu'on peut adresser à celle-ci. Dans la mesure où les équations de Lorentz sont conformes à l'expérience, les deux définitions coïncident.

FROTTEMENT. — *Paul Wovg* (prés. par M. Marcel Brillouin). — **Mesures de frottement onctueux.**

Un dispositif spécial permet de déterminer les coefficients

Digitized by Google

de frottement obtenus avec différents lubrifiants ; les lubrifiants solides diminuent la cohésion. Les huiles concentrées donnent de meilleurs résultats que les huiles distillées, parce qu'elles renferment des corpuscules solides.

PHYSIQUE. — *T. Peczalski* et *G. Mokrycki* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Étude des composés chimiques des sels dans l'arc électrique.**

Le diamètre de l'électrode positive est plus grand (22 $\frac{m}{m}$ de diamètre) que celui de l'électrode négative (6 $\frac{m}{m}$). On met un mélange de sels entre les deux électrodes. Pour une distance invariable des électrodes, on note la différence de potentiel qui donne une intensité constante, et on reconnaît qu'elle varie avec la proportion des sels mélangés, ce qui peut servir à reconnaître les composés chimiques qui se forment à haute température.

— *Pariselle* (prés. par M. A. Cotton). — **Contribution à l'étude du pouvoir rotatoire et de la dispersion dans la série terpénique.**

On a mis en évidence que les dérivés d'addition du camphène ont un pouvoir rotatoire de signe contraire à celui du camphène générateur ; leur dispersion rotatoire est aussi plus faible que celle du camphène. Ces modifications s'accordent avec la facilité avec laquelle le camphène donne des composés anormaux par le jeu de migration moléculaire.

ÉLECTRICITÉ. — *Pauthenier* (prés. par M. Cotton). — **Un arc tournant entre électrodes de charbon.**

L'arc doit éclater entre l'extrémité d'une tige de charbon et les différents points d'un anneau en charbon dont le plan est perpendiculaire à la tige. Un champ magnétique parallèle à la tige fait tourner l'arc, mais celui-ci ne se maintient que si la pointe est cathode. Mais alors l'éclat est faible. En courant alternatif, l'arc n'est pas soufflé et l'éclat est augmenté.

MAGNÉTISME. — *Marcel Peschard* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'aimentation des ferronickels (saturations et moments atomiques).**

Cette étude est l'application d'une méthode d'induction qui permet d'observer à basse température.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Jean-Jacques Trillat* (prés. par M. de Broglie). — **Étude de savons et de graisses des rayons X.**

On a observé que la nature chimique du rapport pouvait influer sur le spectre obtenu. En opérant avec des lames de plomb, on a obtenu de très bons spectres et constaté que les acides gras donnaient le même spectre que leur savon et pouvaient ainsi être étudiés directement sans l'aide d'une chambre froide.

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Sur les sphérolites de réaumurite à enroulement hélicoïdal.**

Le nom de réaumurite a été donné par M. A. Lacroix au produit de dinitrification du verre effectuée à la température de ramollissement sans déformation. Cette substance est bien caractérisée par sa composition chimique, sa densité, ses indices de réfraction et sa structure qui, ainsi que l'a observé M. Gaubert, est à enroulement hélicoïdal.

— *Louis Longchambon* (prés. par M. Fréd. Wallerant). — **Sur les transformations polymorphiques de la silice.**

Les observations de l'auteur confirment celles de Fenner en particulier en ce qui concerne la stabilité de la cristobalite à haute température.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Louis Lumière.* — **A propos de l'invention du cinématographe.**

M. Lumière donne quelques citations de Marey et d'autres auteurs, qui attribuent à MM. Lumière la création du cinématographe.

R. Dongier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Haller et R. Lucas.* — **Sur les pouvoirs rotatoires de certains dérivés du camphre.**

Ce travail d'ensemble sur les types du benzylidène-camphre et des alcoylcamphres, met en évidence l'influence du dissolvant et apporte des faits qui s'accordent avec la loi de Biot.

— *A. Boutaric* et *M^me Manière* (prés. par M. Berthelot). — **Influence de très faibles quantités de substances étrangères sur la stabilité des solutions colloïdales.**

Cette nouvelle note apporte des précisions nouvelles sur les retards ou les accélérations que présente la floculation ; parfois la protection n'est efficace que pour un agent floculant. Avec d'autres agents, la vulnérabilité devient plus appréciable.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Damiens* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur un silicate de magnésium artificiel.**

La double décomposition du silicate 2 SiO^2, Na^2O en présence de SO^4Mg donnerait d'abord 2 SiO^2, MgO, mais ce silicate absorberait du silicate de soude, pour donner 2 SiO^2 (Mg Na^2) O (métasilicate mixte). En partant du silicate 3 SiO^2 (Mg Na^2)O, on est conduit au silicate 3 SiO^2 (Mg Na^2)O

— *V. Auger* et *T. Kawantassis* (prés. par M. G. Urbain). — **Recherches sur les complexes de l'iodure stannique.**

Alors que l'on sait préparer de nombreux stanno et stannichlorures et bromures, on ne connaissait pas les iodures correspondants. On arrive à en obtenir quelques-uns. En présence de IH, l'iodure I^4Sn donne, avec les iodures de Rb, de Cs et quelques iodures de bases organiques, des stanniiodures stables. Avec les stannibromures, on obtient les stanniiodures de K et de NH^4 stables, à l'état de cristaux mixtes.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Lebeau* et *P. Marmasse* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le dosage de CO^2 et CO.**

L'anhydride carbonique solidifié dans l'air liquide, n'a pas de tension appréciable. On met à profit ce fait pour doser CO en le transformant en CO^2 par passage sur l'anhydride iodique, après condensation des carbures autres que le méthane, la présence de celui-ci ne gêne pas.

CHIMIE. — *P. Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur de nouveaux complexes du fer dérivés des triazines.**

Pour éclairer la constitution des métallo-cyanures, l'auteur a préparé les complexes dérivés de l'acide triazine-tricarboxylique C^3N^3 $(CO^2H)^3$ dont le sel de K donne, avec un sel ferrique, le ferricyanocarboxylate de K que l'on pourrait écrire Fe $(CNCO^2)^6$ K^3 en présence d'un complexe ferrocyanocarboxylate Fe $(CN\ CO^2)^6$ K^4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *C. Prévost* (transm. par M. Moureu). — **Sur la méthylphénylbutadiine.**

La méthode qui avait conduit M. Lespieau et l'auteur à la préparation du diacétylène, a permis la préparation de ce nouveau carbure diacétylénique.

$$C^6H^5 — C \equiv C — C \equiv C — CH^3$$

fusible à + 22°3 et se présentant sous forme de beaux cristaux orthorhombiques uniaxes pour la raie D et biaxes pour les autres radiations.

A. Rigaut.

BOTANIQUE. — *J. Costantin.* — **Une vieille culture asymbiotique au Muséum.**

L'auteur relate les observations qui ont été faites au Muséum relativement à une culture asymbiotique de *Psilotum triquetrum*. Cette culture dure certainement depuis près de trente ans, peut-être davantage.

— *A. Tronchet* (prés. par M. Molliard). — **La polycotylie et la schizocotylie dans le *Dimorphotheca pluvialis* Mœnch.**

L'étude des unités conductrices ou convergentes permet de séparer nettement, dans les exemples décrits, la *polycotylie* de la *schizocotylie*, contrairement à l'opinion de Compton, et justifie le terme de demi-cotylédon adopté, pour des raisons différentes, par Hill et de Fraine.

LITHOLOGIE. — *Jacques de Lapparent* (prés. par M. Fréd. Wallerant). — **Sur les rapports des hydrocarbures et des carbonates dans les silex et les phtanites.**

Digitized by Google

En beaucoup de silex et en certains phtanites la matière même du carbonate a été détruite et à sa place s'est logé un produit fluide qu'il y a lieu de rapporter aux hydrocarbures. Il arrive parfois que la substitution de l'hydrocarbure au carbonate ne s'est faite qu'incomplètement pour chaque rhomboèdre de carbonate.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Maurice Jean* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la nature du liber interne de la plantule de** *Convolvulus tricolor*.

Dans un jeune *Convolvulus tricolor*, il existe un certain nombre de cellules qui, par des cloisonnements tangentiels, donnent naissance à un parenchyme se comportant comme un véritable cambium pour donner des éléments libériens internes.

Ce parenchyme est distinct de la moëlle ; il est en rapport avec le tissu vasculaire des cotylédons ; et la différenciation du liber interne se fait de l'hypocotyle vers les pétioles cotylédonaires.

On doit admettre pour le *Convolulus tricolor* le caractère fasciculaire du liber interne.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *P. Picard* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur la préparation et les propriétés du monotropitoside.**

Un extrait préparé avec 20 kilogrammes d'écorce fraîche de *Betula lenta* L. a fourni plus de 60 grammes de monôtropitoside. Ce glucoside est formé de l'union d'une molécule de salicylate de méthyle, d'une molécule de glucose et d'une molécule de xylose avec élimination de 2 molécules d'eau. Il répond à la formule $C^{19}H^{26}O^{12}$.

ZOOLOGIE. — *René Jeannel* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur les homologies des articles de la patte des Insectes.**

Le carpos de l'appendice ancestral a disparu dans le genou des Insectes adultes et l'on peut remarquer que le développement ontogénique de la patte d'un *Trechus*, avec son carpos présent chez la larve, involué chez l'imago, est la récapitulation de l'évolution phylogénique générale dont la comparaison des larves de groupes divers donne la preuve.

C'est le propodos, à lui seul, qui donne le tibia et le tarse pluriarticulé des Insectes adultes.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE — *Stéphane Dombrowski* (prés. par M. Jean Perrin). — **Régime permanent de concentration dans un courant de convection et application à la physiologie.**

Le régime de concentrations stationnaires établi par la diffusion latérale dans un courant de convection permet de concevoir un diffusiomètre, basé sur ce principe et de déterminer les lois de son fonctionnement.

Ces lois étant exposées, l'auteur montre qu'elles sont l'expression d'un phénomène physique qui se forme au sein des reins : régime permanent de concentration dans un courant de convection, pouvant s'établir aussi bien par diffusion latérale dans un milieu en mouvement que par absorption latérale du solvant de la solution qui circule dans les canalicules du rein.

BIOLOGIE. — *Alphonse Labbé* (prés. par M. Henneguy). — **Les courbes de croissance d'***Artemia arietina* **S. Fisch.**

Le rapport *thorax* monte de 1 à 1,82 entre $P_H = 8,6$ et $P_H = 8,4$ et redescend de 1,82 à 1 pour un P_H de 8,3 — 8,2.

Pour Abonyi, l'abdomen s'allonge proportionnellement à l'alcalinité, alors que M. Labbé observe le résultat inverse.

Les *Arietina* de troisième génération ont montré une courbe sensiblement analogue ; mais ici encore, les individus s'étaient développés dans un P_H descendant. L'opinion d'Abonyi ne paraît donc pas exacte, au moins en ce qui concerne les *Artemia arietina* du Croisic.

P. Guérin.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Statique graphique et Résistance des matériaux, par Darras, Ingénieur, avec préface de M. Auguste Lévy, Ingénieur E. C. P. In-8° de 397 pages avec 205 figures et les tables des poutres et poutrelles en bois et en fer par modules de section. Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 30 fr.

La deuxième édition, revue et corrigée, de cet ouvrage élémentaire a pour but de préparer les élèves aux cours des différentes Écoles d'Architecture et de Travaux Publics.

A notre avis, M. Darras a dépassé le but qu'il s'assignait ; son ouvrage rassemble tout ce qu'un constructeur doit savoir et constitue par conséquent un aide-mémoire précieux pour les praticiens, les entrepreneurs et les conducteurs de travaux. Ed. M.

Chimie des colloïdes et applications industrielles, par L. Meunier, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. In-8° de 336 pages (*Encyclopédie de Chimie Industrielle*). Baillière et Fils, Paris. — Prix : 30 fr.

Les jeunes chimistes sortis depuis peu d'années de nos Facultés des Sciences ou de nos Instituts et Écoles de Chimie possèdent généralement des notions précises sur les propriétés des colloïdes et leurs applications industrielles ; mais, par contre, bien des praticiens de l'industrie chimique, qui ont fait leurs études scientifiques à une époque où nos connaissances sur l'état colloïdal de la matière étaient peu développées, éprouvent de réelles difficultés à suivre les nombreuses publications dont cette importante question est maintenant l'objet. Ils sentent la nécessité d'acquérir les principes de chimie colloïdale qui leur manquent, mais ils hésitent à entreprendre cette étude parce que, si parfaits que soient les ouvrages dont nous disposons, la plupart ne sont pas rédigés à l'intention des chimistes ayant depuis longtemps terminé leur formation théorique et ne traitent que très sommairement des applications industrielles.

C'est justement à leurs désiderata que répond l'ouvrage de M. L. Meunier qui l'a écrit « en vue de vulgariser les grandes lignes de la Chimie Colloïdale ». Ainsi qu'il le dit dans sa préface il s'est attaché « à résumer les propriétés des colloïdes sous une forme aussi simple que possible, de manière à en rendre la lecture facile et à engager les techniciens et les étudiants-ingénieurs à approfondir des questions d'une si grande importance dans un certain nombre d'opérations industrielles ». Cet exposé théorique compte 128 pages qui forment la première partie de l'ouvrage ; tout le reste est consacré aux applications. Avec raison, dans un livre de ce genre, l'auteur n'a envisagé que celles qui se rapportent à l'industrie et il a laissé de côté celles qui se rattachent à la physiologie animale et végétale, ainsi qu'à la médecine.

Il y traite notamment des fibres et des matières plastiques, des matières colorantes artificielles et de la teinture, des colloïdes protéiques et hydrocarbonés, du tannage, des savons, des émulsions grasses, du caoutchouc, des argiles et des sols, des eaux résiduaires et des diastases. Ces divers sujets sont d'ailleurs exposés succinctement de manière à constituer autant d'introductions aux monographies plus détaillées dont les diverses industries seront l'objet dans la même Encyclopédie. De plus, M. L. Meunier a pris soin d'indiquer une vingtaine de livres ou publications dans lesquels ses lecteurs pourront appro-

Digitized by Google

fondir les notions théoriques ou pratiques qu'il a si clairement résumées dans son excellent ouvrage.

A. BERTHELOT.

The vegetable proteins, par Thomas B. OSBORNE, Chef de service à la station expérimentale d'Agriculture du Connecticut (U.-S.-A.). *Deuxième édition*. In-8° de 154 pages (Collection des *Monographs on Biochemistry*). Longmans Green and Co, éditeurs, 39, Paternoster Row, London E. C. 4. — Prix : 9 shillings.

Pendant les treize années qui se sont écoulées depuis que nous avons présenté à nos lecteurs la première édition de cette excellente monographie, due à l'un des plus éminents spécialistes de l'importante question des protéines végétales, beaucoup de travaux ont été publiés que ne peuvent ignorer les biochimistes. Ils les trouveront clairement résumés dans cette nouvelle édition dont l'index bibliographique ne compose pas moins de 28 pages. Un chapitre spécial, fort intéressant, est consacré aux relations des protéines avec les acides et les bases; il a été rédigé par M. L.-J. Henderson, dont on connaît les belles recherches sur l'action des alcalis et des acides sur le gluten.

Les travaux de M. Thomas B. Osborne sont trop appréciés de tous ceux qui s'intéressent particulièrement aux albumines végétales pour qu'il soit utile de leur recommander davantage un ouvrage dont ils ne sauraient se passer.

A. BERTHELOT.

An introduction to the Chemistry of plant products, par P. HAAS et T.-G. HILL, Professeurs à l'University College de l'Université de Londres. *Troisième édition*. — In-8° : Tome I de 414 pages, Tome II de 139 pages. Longmans, Green and Co, éditeurs, 39, Paternoster Row, London. — Prix : 23 sh. 6 p.

Depuis que nous avons présenté sa première édition aux lecteurs de la *Revue Scientifique* cet excellent ouvrage a été l'objet de nombreuses additions et modifications qui l'ont maintenu au courant des plus récents progrès de la chimie des plantes et ont encore augmenté sa valeur scientifique et didactique. Dans le premier volume, huit chapitres sont consacrés à l'étude chimique des principes qui constituent les tissus végétaux, tandis que deux autres traitent des colloïdes et des enzymes. Le second volume est réservé à l'exposé de quelques questions de physiologie végétale qui sont de la plus haute importance et qui ne peuvent être examinées qu'à la lumière des faits d'ordre chimique ou physico-chimique développés dans le Tome I; ce sont notamment la notion de la concentration en ions hydrogène considérée au point de vue de la vie des plantes, l'état actuel de nos connaissances sur la synthèse des graisses, des hydrates de carbone et des protéines, la respiration et enfin l'étude des facteurs qui influencent le développement des végétaux, en particulier les auximones, les hormones et les vitamines. De nombreuses indications bibliographiques réparties dans les deux volumes seront fort utiles aux lecteurs désireux d'approfondir tel ou tel sujet et surtout à ceux qui voudront entreprendre des recherches originales sur un des points encore obscurs de la chimie végétale.

A. BERTHELOT.

Iowa Geological Survey. Volume XXIX. Annual Reports 1919 and 1920, with accompanying papers. In-4°, XLVIII+568 p., pl. I-LIV. The State of Iowa. Des Moines.

Le 29e volume publié par le Service Géologique de l'État d'Iowa, sous la direction de E.-F. Kay et de J.-H. Lees, contient 1° une importante étude sur le pétrole et les gaz naturels de l'Iowa par J.-V. Howell, qui aboutit à une conclusion plutôt pessimiste; 2° une histoire très bien illustrée par W.-H. Schoewe de l'ancien lac Calvin, qui occupait une partie du territoire de 4 comtés au voisinage de Iowa City, lors de la troisième glaciation quaternaire (Illinoien); 3° une description stratigraphique d'une partie du Pennsylvanien (Carbonifère supérieur) de l'Iowa, par J.-L. Tilton; 4° deux mémoires paléontologiques sur les Echinodermes de l'Ordovicien supérieur et du Dévonien de l'Iowa, par A.-W Slacom, A.-F. Foerste et A.-O. Thomas avec nombreuses planches et figures dans le texte.

L. J.

La Cellule. Recueil de Cytologie et d'Histologie générale. Tome XXXIV, 2e fascicule, 1924.

Dans ce fascicule est contenue la première partie d'un mémoire ayant pour titre : *Le fuseau de caryocinèse et le fuseau de cytocinèse, dans les divisions somatiques des Phanérogames*, par Walter ROBYNS, pp. 367-454, 5 planches.

L'auteur cherche à établir la vraie nature de la figure achromatique dans les cinèses somatiques des Phanérogames. Est-elle d'origine cytoplasmique, ou d'origine nucléaire, ou d'origine mixte? Les fibres fusoriales ne seraient-elles pas de purs produits de fixation? Y a-t-il des rapports entre la plaque cellulaire et les fibres du fuseau (c'est-à-dire entre la cytocinèse et la caryocinèse?).

Les objets qui lui servent d'étude sont principalement les méristèmes radiculaires de *Vicia faba* et de *Hyacinthus orientalis*. Et les observations ont porté à la fois sur les cellules vivantes et les cellules fixées.

Les résultats essentiels auxquels W. Robyns parvient sont les suivants : La première ébauche fusoriale apparaît toujours en deux points opposés du noyau sous la forme de deux calottes polaires de contour arrondi, qui sont d'origine « topographiquement nucléaire ». La matière qui les constitue provient de l'« enchylème nucléaire »; c'est un « gel » de composition homogène. En s'étirant, les calottes polaires en question deviennent les cônes fusoriaux. A la fin de l'anaphase, la région fusoriale située entre les deux couronnes polaires de chromosomes filles est occupée entièrement par une substance peu dense, sans aucune structure visible et paraissant homogène sur le vivant. Le fuseau de caryocinèse a donc entièrement disparu.

A. LECAILLON.

Leitfossilien aus dem Pflanzen und Tierreich in systematischer Anordnung, par Johannes FELIX, Professeur à l'Université de Leipzig. *Deuxième édition*. In-8° de 228 pages avec 566 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : 7 Mk or.

Ce memento de paléontologie sera consulté avec profit par les étudiants et les amateurs de fossiles car il est très abondamment illustré de bonnes figures accompagnées de courtes descriptions des types passés en revue. Une série de tableaux donnent la répartition, dans les diverses couches géologiques, des espèces animales et végétales maintenant disparues, ainsi que, pour chaque terrain, la liste des fossiles qui le caractérisent. Une introduction de quatre pages expose l'essentiel de nos connaissances sur la fossilisation.

En somme, ce petit ouvrage peut rendre de réels services aux élèves des Facultés ou grandes écoles techniques, ainsi qu'aux nombreux techniciens : agronomes, hydrauliciens, prospecteurs, etc... qui se trouvent parfois

Digitized by Google

obligés de recourir à la science paléontologique alors que ses données essentielles ne sont plus très nettement présentes à leur esprit. A. B.

The American Museum and the world. Fittyfifth annual report for the year 1923. In-8°, XXIV + 270 pages avec nombreux pl. photograv.The American Museum of Natural History. New-York, 1924.

Le 55e rapport annuel que publie l'American Museum of Natural History est spécialement consacré au rôle assumé dans l'exploration scientifique du globe par le grand établissement d'éducation populaire de New-York. Une illustration abondante, en même temps qu'elle nous fait participer à la vie intérieure et aux plus récentes découvertes des savants américains, montre, sur une série de cartes, la répartition géographique originelle des importantes collections réunies sous l'impulsion de J. D. Wolfe (1860-1872), de R. L. Stuart (1872-1881), de M. K. Jesup (1881-1908), enfin de H. F. Osborn (depuis 1908). L. J.

Die natürlichen Pflanzenfamilien de A. Engler et K. Prantl. — *Deuxième édition* publiée sous la direction de A. Engler. Tome X : Mousses 1re partie avec la collaboration de W. Ruhland, H. Paul et V. Brotherus. In-8° de 478 pages avec 420 figures. Wilhelm Engelmann, Leipzig. — Prix : 30 Mk or.

Tous les botanistes apprendront avec plaisir la publication d'une nouvelle édition de cet important ouvrage qui permet de déterminer et d'étudier tous les genres du règne végétal, ainsi que les espèces les plus importantes, notamment toutes les plantes utiles. Cette édition entièrement revue et considérablement augmentée comportera 27 tomes dont le dernier paraîtra en 1931 ; les Cryptogames comprendront les 12 premiers tomes, les Gymnospermes formeront le sujet du 13e ; tous les autres seront consacrés aux Angiospermes, sauf le dernier qui sera réservé aux tables.

Son illustration aussi abondante que soignée, ses nombreux tableaux de déterminations, très explicatifs, sont complétés par de multiples indications bibliographiques permettant d'approfondir, à l'aide des travaux les plus modernes, l'étude anatomique, biologique ou systématique de toutes les familles végétales. Quant au texte, mis au courant des plus récents progrès de la science, il sera l'œuvre de 87 spécialistes groupés sous la direction de M. A. Engler.

Plus que jamais, cet excellent ouvrage, que nous avons recommandé en 1908 aux lecteurs de la *Revue Scientifique*, rendra aux naturalistes les plus grands services ; tous ceux qui ont consulté et consultent encore sa première édition souhaiteront certainement, comme nous, que rien ne vienne retarder la publication de la seconde.

Le volume qui fait l'objet de la présente analyse est le premier paru de ceux qui traiteront des cryptogames. Il constitue la première partie du tome consacré aux Mousses proprement dites, dont les particularités anatomiques, biologiques et physiologiques sont exposées dans une intéressante introduction qui ne comporte pas moins de 100 pages. L'étude des Mousses sera complète avec la deuxième partie qui paraîtra d'ici peu, mais les Hépatiques seront traitées dans un volume spécial. A. B.

Cameroun-Togo. Pays à mandat. Le domaine extérieur de la France, par H. Paulin (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). 1923. In-4° de 76 pages avec nombr. photograv., cartes, coupes, etc. Eyrolles, éditeur, Paris.

Les deux anciennes colonies allemandes du Togo et du Cameroun, que la Société des Nations nous a confié le mandat d'administrer en partie, sont venues très heureusement compléter notre domaine colonial de l'A.O.F. et de l'A.E.F. Tandis que nous assumons l'administration de la plus grande partie de l'ancien Cameroun allemand, nous ne nous occupons que d'un territoire de faible étendue du Togo. L'opuscule de M. H. Paulin donne sur ces deux pays une documentation abondante et très utile, car peu d'ouvrages dans notre langue sont encore consacrés à nos nouvelles possessions pleines d'avenir grâce à leurs richesses naturelles et au voisinage de nos deux grandes colonies du Centre-ouest africain. L. J.

Madagascar. Le domaine extérieur de la France, par H. Paulin (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). In-4° de 120 pages avec nombr. photograv., cartes, coupes, etc. Eyrolles, éditeur, Paris.

L'opuscule que M. H. Paulin a consacré à Madagascar présente sous une forme concise et avec une abondante illustration une vue générale de la géographie de notre riche possession de l'Insulinde. L'auteur envisage successivement les caractères physiques du sol, le milieu humain, les productions végétales, animales et minérales, l'outillage économique, le commerce, l'industrie, l'organisation administrative et le régime législatif. Enfin un chapitre spécial traite des dépendances de Madagascar. La lecture de la plaquette de M. H. Paulin contribuera certainement à vulgariser nos connaissances sur cette partie de notre domaine colonial, si digne de retenir l'attention. L. J.

Études sur la Chaleur, par Ch. Roszak, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures, préface de M. L. Guillet, Directeur de l'École Centrale. In-8° de 300 pages avec de nombreuses figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Cet ouvrage rassemble des conférences, des communications et des articles de l'auteur. Les études publiées sont assez diverses quant au fond et quant à la forme mais une préoccupation commune les rapproche « celle d'indiquer sommairement les dernières idées et les dernières données de faits, les chiffres à l'occasion, qui se rapportent aux questions considérées ». Nous pourrions dire que l'auteur abuse un peu des formules, des tableaux et des chiffres si tout cela n'était pas utile à l'étude — encore un peu ténébreuse — des phénomènes concernant la production et l'utilisation de la chaleur. M. Roszak nous présente des études très personnelles où le souci de la recherche scientifique apparaît à chaque instant.

Le feu et la chaleur, La chaleur solaire et le cycle terrestre du carbone, Le problème des combustibles liquides, L'étude physique du charbon pulvérisé, La fusibilité des cendres, Les pouvoirs calorifiques, Le préchauffage de l'air, Les propriétés physiques de la vapeur d'eau, sont des questions passionnantes auxquelles l'auteur apporte des contributions personnelles de grande valeur.

Voici les principaux points élucidés : le choix des combustibles pulvérisés, la recherche du point de fusion des cendres, les définitions des pouvoirs calorifiques, une relation analytique entre le préchauffage de l'air et le relèvement de la température de combustion.

Souhaitons avec M. Guillet, Directeur de l'École Centrale, que de nouveaux résultats fassent l'objet de « puissants mémoires portant le nom du jeune ingénieur, digne successeur de Péclet dans la chaire de Physique industrielle de l'École Centrale des Arts et Manufactures ».

Ed. M.

Digitized by Google

L'organisation scientifique des usines, par E. NUSBAUMER, Ingénieur I. C. P., préface de M.-H. Le Chatelier. In-8° de 366 pages avec 106 figures dans le texte et 18 tableaux hors texte. Nouvelle librairie nationale, Paris. — Prix : 40 francs.

Cet ouvrage est le résumé clair et précis des remarquables conférences de l'auteur aux élèves des écoles d'application de l'École Polytechnique en 1921 et 1922.

M. E. Nusbaumer a travaillé sous la direction de Taylor et a étudié auprès de M. Hathaway, l'un des disciples préférés de Taylor, l'administration générale des usines. Pendant la guerre, il organisa si bien le travail à la poudrerie du Ripault que les frais de main-d'œuvre y devinrent bien inférieurs à ceux de toutes les autres poudreries. Il est ingénieur-conseil de plusieurs usines du centre de la France; sa grande expérience personnelle est incontestable.

La méthode de Taylor ne diffère de la méthode scientifique pure que par le bénéfice industriel qu'elle doit assurer. Elle repose sur la croyance à la nécessité des lois, sur le principe cartésien de la division; elle consiste dans le choix judicieux de l'objet proposé à ses efforts, dans la réflexion qui doit précéder toute action, dans la préparation matérielle des moyens de travail, dans l'exécution du travail lui-même par des méthodes connues ou par de nouveaux procédés à rechercher, enfin dans le contrôle final et la discussion du résultat obtenu.

M. Nusbaumer nous montre, par des exemples indiscutables, les bénéfices considérables que peut entraîner le respect de ces règles et nous indique *comment* les mettre en œuvre.

C'est un art difficile que de passer de la théorie à la pratique de la méthode scientifique et malgré la foi que nous communique M. E. Nusbaumer, malgré les précisions qu'il nous donne dans un style d'une remarquable clarté, nous pensons que l'organisation scientifique des usines doit être dirigée par un spécialiste. Ce qui ne nous empêche pas de recommander vivement cet ouvrage à tous les industriels et à tous les ingénieurs.

Edmond MARCOTTE.

La Métallurgie, par Paul DE ROUSIERS. In-16 de 283 pages. Armand Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 fr.

M. Paul de Rousiers, poursuivant l'étude économique des grandes industries modernes, examine les conditions du développement de la métallurgie du *fer*.

Une première partie est consacrée à l'influence des conditions techniques de la fabrication sur l'organisation des ateliers métallurgiques sans distinction de nationalités car les progrès techniques ont partout les mêmes conséquences.

Cette étude est particulièrement intéressante à cause du nombre des tranformations de la matière première avant son utilisation définitive et des intégrations qui se produisent dans cette longue série d'opérations. Nous avons ainsi l'explication des puissants établissements qui jouent, dans l'industrie métallurgique, un rôle de premier plan : le Creusot, Saint-Chamond et les établissements de Wendel en France; Krupp, Hugo Stinnes, Thyssen, Stumm en Allemagne; Armstrong, Wickers Maxim en Angleterre; Cockerill en Belgique, le Trust de l'Acier aux États-Unis.

L'auteur examine ensuite, dans chaque grand pays métallurgique, l'organisation du marché intérieur et extérieur et, s'il y a lieu, les phénomènes de concentration commerciale dont ils sont le théâtre : syndicats, ententes, cartells, comptoirs etc...

Ed. M.

Manuel du Breveté Mécanicien.. Charles Lavauzelle, éditeur à Paris.

Ce manuel est la publication, autorisée par le Ministère de la Guerre, des cours de l'École Hauriot pour les mécaniciens spécialistes de l'Aéronautique. Il comprend trois fascicules : Théorie élémentaire du moteur, Théorie élémentaire de l'avion, Cours de technologie à la portée des mécaniciens. Le style en est simple et concis; de nombreuses figures viennent éclairer les exposés.

Les débutants seront ainsi guidés dans l'exécution de leurs travaux et pourront exécuter leur tâche avec toute la compétence et la conscience désirables.

Ed. M.

Comment les industriels américains économisent la main-d'œuvre, par Jean ROUSSET, Ingénieur Civil. In-8° de 216 pages avec 50 figures. Desforges, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Cet ouvrage se propose de donner un « clair entendement » des méthodes Taylor, Emerson et autres sans dissimuler les difficultés de leur application pratique.

L'auteur donne des conseils qui permettraient d'éviter bien des fautes, mais le meilleur est assurément d'appeler un ingénieur-conseil, spécialiste en organisation scientifique. Et voici comment M. Jean Rousset formerait ce spécialiste. Il enverrait aux États-Unis un élève d'une école d'Arts et Métiers qui, travaillant un an comme ouvrier dans une usine du même genre que celle dont on poursuit l'organisation, pourrait, au retour, appliquer sa science nouvelle, non à l'ensemble de l'usine, mais dans un petit atelier entièrement distinct; les résultats obtenus dans ce laboratoire serviraient ensuite à l'application, à grande échelle, de procédés qui auraient ainsi les plus grandes chances de réussir.

Cet exemple nous montre la sage prudence de M. Rousset et nous incline à croire que nous avons tout intérêt à suivre les conseils de son ouvrage.

Ed. M.

Ma Maison à bon marché, par René CHAMPLY. In-16 de 267 pages avec 261 figures. Girardot et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 20 francs.

C'est un ouvrage essentiellement pratique qui tend à remédier à la crise du logement en offrant à tous le moyen de bâtir sans luxe des maisons confortables à des prix de revient très séduisants... mais M. R. Champly ne nous donne pas l'adresse des entrepreneurs qui se chargeraient d'exécuter, sans dépassements, ses devis.

Nous croyons qu'il est bien difficile de se passer d'un bon architecte. Il n'est pas inutile cependant de consulter l'ouvrage de M. Champly sur le choix d'un terrain, sur la loi de 1924 au sujet des lotissements. On y trouvera des plans de maisons, des procédés économiques de construction, des renseignements sur la basse-cour et le moyen de bénéficier de la loi Ribot aussitôt que le Trésor sera plus riche.

Ed. M.

La Terre, sa structure et son passé, par L. de LAUNAY. In-12, 152 pages. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Ce petit ouvrage intéressera vivement les personnes qui, sans vouloir pénétrer dans le détail des questions géologiques, tiennent à se mettre au courant des principaux résultats de cette science. En savant averti, M. de Launay se garde des hypothèses périmées ou prématurées et il expose les données générales, considérées comme acquises. Son livre se lit facilement et agréablement.

Paul LEMOINE.

Digitized by Google

Faune de France. 8. Diptères : Tipulidae, par C. Pierre. In-8° de 159 pages, avec 600 figures. Paul Lechevallier, éditeur, Paris, 1924.

Dans la préface qu'il a écrite pour ce nouveau volume de la *Faune de France*, le Dr Villeneuve rappelle que depuis les ouvrages de Macquart, vieux de presque un siècle, rien n'a été publié en France sur les Tipulides. Le travail de M. Pierre est donc destiné à rendre les plus grands services. Écrit de façon simple et claire, il abonde en dessins et croquis, souvent plus éloquents qu'une longue description.

A. Drz.

Les arbres, arbustes et arbrisseaux d'ornement, par A. Camus, Lauréate de l'Institut. In-12 relié de CXXXIII + 127 pages avec 100 figures originales de l'auteur et 96 planches coloriées (*Encyclopédie pratique du naturaliste*, Vol. XII). Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Les botanistes et les horticulteurs, professionnels ou amateurs, qui s'intéressent particulièrement aux arbres et arbustes d'ornement ont à leur disposition d'importants traités et de nombreuses monographies, très détaillées, de groupes déterminés, mais il leur manquait justement l'ouvrage de poche, fort bien documenté, et abondamment illustré de très belles planches, que j'ai le plaisir de leur présenter. Uniquement consacré aux arbres, arbustes et arbrisseaux d'ornement cultivés dans notre pays et pouvant y vivre en pleine terre, au moins dans certaines régions, il vient très à propos compléter l'intéressant volume que le regretté C.-L. Gatin avait consacré aux arbres, arbustes et arbrisseaux qui croissent spontanément dans nos forêts.

Comme celui-ci, il comporte une première partie, illustrée d'excellentes figures en noir, dans laquelle l'auteur décrit sommairement, pour chaque famille, toutes les espèces ornementales que l'on cultive dans nos parcs et nos jardins. La seconde partie est formée par une collection de planches en couleurs, fort bien exécutées, représentant les plus communs des arbres et arbustes ornementaux, chaque planche étant accompagnée d'une page de texte très serré dans laquelle sont indiqués les synonymes, les noms anglais et allemands, les caractères botaniques essentiels, l'origine, les particularités de la culture, les variétés et espèces voisines, les propriétés et usages de l'espèce considérée. Enfin, trois pages d'indications bibliographiques mettent les lecteurs à même d'approfondir les notions exposées dans ce nouveau volume de l'*Encyclopédie pratique du naturaliste* dont il ne sera certes pas un des moindres éléments de succès.

A. Berthelot.

Les souvenirs irréels, par le Dr Pierre Janet, membre de l'Institut, professeur au Collège de France. Conférence à l'Institut J.-J. Rousseau, 24 novembre 1923. In-8° de 37 pages. Kundig, éditeur, Genève.

Les troubles apparents de la mémoire chez les psychosténiques ne sont autre chose que des troubles de la volonté ou de l'action : telle est la thèse que M. Janet expose ici d'une façon magistrale. Il résume d'abord quatre cas choisis parmi les plus curieux et les plus typiques dans sa nombreuse clientèle : une veuve qui s'accuse de froideur à l'égard de son mari défunt, une déprimée mélancolique, un blessé du cerveau qui « vit dans le noir » et une dormeuse perpétuelle qui s'est condamnée à l'existence végétative. Tous se plaignent de la disparition de leur mémoire; leurs souvenirs leur semblent irréels, impersonnels, intemporels, ils ont perdu, à des degrés divers, leur tonalité affective, leur caractère « vécu ».

Or ni la conservation du passé, ni la cénesthésie, ni la sensibilité périphérique ne sont réellement atteintes; qu'est-ce qui est donc troublé ? c'est la réalisation des actes secondaires qui viennent s'ajouter à cet acte primaire que constitue le récit verbal, le souvenir purement intellectuel : ils contribuent à sa localisation, à sa reconnaissance; ils lui donnent sa valeur logique, son coefficient affectif. De tels malades sont incapables de choisir parmi leurs attitudes relatives au passé; leurs représentations n'évoquent plus les séquelles motrices habituelles: aussi leur appréciation du temps est toujours fautive, car leur passé est mort, ou leur paraît tel; ils n'ont plus de désirs, partant ne ressentent même plus d'ennui : leur état ordinaire est celui d'« inaction morose ». Mais ils souffrent moins d'un abaissement de leur tension psychique que d'un rétrécissement de la conscience, dû à l'épuisement des activités supérieures : tous leurs troubles physiologiques s'expliquent par là, comme aussi les bons effets du repos et des excitants passagers.

Cette brillante causerie n'apporte pas seulement du nouveau sur quelques points controversés de la pathologie mentale; elle abonde en remarques suggestives concernant la nature des sentiments, la mémoire affective, la personnalité. Elle s'achève sur cette vue dont il est inutile de souligner l'importance : « Les phénomènes psychologiques ne sont pas autre chose que l'ensemble des conduites de l'individu et ces conduites sont l'expression de l'organisme tout entier. On a abusé du cerveau pour expliquer la pensée, nous pensons avec tout notre corps et la pensée est diminuée par des troubles de foie tout autant que par des troubles du cerveau. »

R. Troude.

Le vol à voile dynamique des oiseaux, par Louis Bréguet, Ingénieur-constructeur. In-8° de xv-56 pages avec 3 figures. Gauthier-Villars et Cie, éditeur. — Prix : 5 francs.

M. Rateau écrivait à l'auteur, en mars 1924 : « Le problème du vol à voile commence à devenir bien clair ». Si cela n'est pas tout à fait exact, on doit louer M. Louis Bréguet, d'avoir traité par l'analyse mathématique, un problème sur lequel l'observation et l'interprétation des phénomènes n'avaient jeté que quelques lueurs. La propagation, la distribution et les variations de l'intensité des pulsations du vent, qui entretiennent ce vol merveilleux, sont assez mal connues.

M. Bréguet exprime les pulsations périodiques en fonction du temps par une somme algébrique de pulsations élémentaires simples constituant une série de Fourier: il représente ensuite les coefficients de traînée et de poussée, en fonction de l'incidence du vol, par les ordonnées d'une parabole et d'une droite; il en tire les lois de la résistance relative apparente et les conditions de redressement de la résultante aérodynamique. C'est uniquement dans l'oscillation périodique de la vitesse aérodynamique que M. Bréguet voit l'origine du phénomène qu'il analyse. Si les aéroplanes semblent insensibles aux pulsations du vent, cela tient à ce que leurs qualités sont bien inférieures à celles des oiseaux. Nous apprécions la modestie de M. Bréguet mais nous ne doutons pas que, de ses ateliers, sortiront bientôt des avions capables de bénéficier — d'une manière notable — du secours des agitations de l'air. En attendant, tous ceux qui s'intéressent à l'aviation voudront lire ce travail original.

Ed. M.

Digitized by Google

La soudure électrique à l'Arc, par Maurice LEBRUN, Ingénieur A. M. Préface de M. Guillet, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures. In-16 de 112 pages avec 83 fig. *Publications de la Soudure autogène*, 104, boul. de Clichy. — Prix : 7 fr. 50.

Voici un livre particulièrement intéressant, écrit par un praticien rompu aux recherches scientifiques, l'un de ceux auxquels on doit les rapides progrès de la soudure à l'arc dans ces dernières années. C'est un guide précis pour les industriels, non seulement dans l'exécution des opérations mais encore dans le contrôle des soudures. M. Lebrun nous donne des conseils précieux sur le choix des électrodes dans les différentes applications et développe tout particulièrement la question de la réparation des chaudières. L'ouvrage se termine par un chapitre très court consacré au découpage par l'arc électrique.

Edmond MARCOTTE.

L'art de bouturer, par Ad. VAN DEN HEEDE, In-12 de 446 pages avec 102 gravures. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. 4e édition. — Prix : 12 fr.

Un volume entier sur le bouturage et les méthodes voisines pour la multiplication des plantes, c'est évidemment un travail de praticien qui a non seulement décrit les détails des opérations mais encore envisagé leur application à un nombre considérable de végétaux divers. Un article est en effet consacré à chaque cas, à chaque plante. Œuvre d'un praticien émérite, ouvrage classique déjà très réputé il ne comporte plus d'éloges : il suffit que les spécialistes de l'horticulture sachent qu'il vient d'être réédité et complété.

L. R.

Chemical technology and analysis of Oils, fats and waxes, par J. LEW-KOWITSCH. *Sixième édition* revue par George-H. WARBURTON. Tome III. In-8° de 508 pages avec nombreuses tables et figures. Macmillan and Co Ltd, éditeurs, Saint-Martin's Street, London. — Prix : 36 Shillings.

Avec ce volume s'achève la publication de la sixième édition de l'important ouvrage dont nous avons présenté à nos lecteurs les Tomes I et II. Il est plus spécialement consacré aux questions d'ordre industriel et c'est lui qu'il faut consulter pour tout ce qui concerne l'entretien, la purification, le traitement chimique et l'essai industriel des corps gras et des cires, la stéarinerie, la savonnerie et la fabrication de la glycérine. Ces divers sujets sont traités avec tous les développements utiles aussi bien aux chimistes qu'aux industriels, avec une grande abondance d'indications bibliographiques et des documents analytiques au courant des plus récents travaux. Ce volume se termine même par un appendice de 15 pages où se trouvent, pour les trois volumes, toutes les additions ou conclusions résultant des publications parues depuis l'impression du Tome I.

L'important traité de Lew-Kowitsch, si bien remanié et complété par M. George-H. Warburton, reste bien le meilleur ouvrage dont nous disposions sur les huiles, les graisses et les cires, et il constitue un recueil de documents indispensable à quiconque s'intéresse à ce genre de substances, aussi bien au point de vue scientifique qu'au point de vue des applications.

A. BERTHELOT.

L'origine tourbillonnaire de l'atome, par Jean VARIN d'AINVELLE. In-8° de 216 p. Gauthiers-Villars, éditeur, 55, Quai des Grands-Augustins, Paris. — Prix : 25 fr.

Reprenant une théorie autrefois admise par Lord Kivin, l'auteur assimile les atomes à des tourbillons d'éther. Comme un tourbillon de matière une fois lancé subsiste pendant un certain temps, il suppose qu'il en est de même pour les tourbillons nés dans l'éther, mais les vitesses des molécules en état rotationnel sont si grandes, la viscosité de l'éther est si faible que ce n'est plus par minutes ou par heures qu'il faut compter la vie d'un tourbillon abandonné à lui-même, mais par millions de siècles, quelque paradoxal que cela nous paraisse; ainsi s'expliquerait la stabilité des atomes. Toute l'énergie intra-atomique ne serait autre que l'énergie enfermée dans les tubes tourbillons lors de leur naissance, achevant de se dissiper lentement. Les mouvements de translation des atomes, leur agitation thermique, pourraient être rattachés à l'effet d'attraction de deux tubes tourbillons et l'auteur retrouve, à partir de son modèle, la formule de Bohr, les séries de rayons, les valences, la chaleur, les électrons, l'état des corps, le principe de Carnot, l'entropie, la théorie d'Einstein, etc. Peut-être pensera-t-on que ce n'est pas sans quelque artifice que sa théorie rend compte de tant de faits et que le modèle de Rutherford-Bohr, qui s'adapte si merveilleusement à l'interprétation des faits physiques et chimiques, suffisait à nos besoins.

A. Bc.

Mobilisation industrielle. Tome I. **Des fabrications de guerre en France, de 1914 à 1918**, par le Lieutenant-Colonel REBOUL. In-16 de 198 pages avec 4 graphiques. Berger-Levrault, éditeurs, Paris. — Prix : 6 fr. 75.

Le Lieutenant-Colonel Reboul nous apprend que le mercure de nos stocks de guerre a été acheté par l'Allemagne, que le Reich accapara tout le wolfram mondial et emmagasina, jusqu'à la fin de 1923, tous les produits indispensables à la guerre, du brome à la laine. Qu'avions-nous en France pour répondre à cette mobilisation industrielle ? Au fur et à mesure de ses recherches, l'auteur publiait des monographies que nous avons lues avec intérêt dans le *Temps*.

Ces études, complétées par des faits nouveaux, seront rassemblées dans un ouvrage dont le tome I vient de paraître.

Cette première partie est consacrée aux difficultés de l'organisation des fabrications de guerre. Après les cruels enseignements des premiers combats, les matériels d'artillerie, d'infanterie, de transmission, d'aviation, les poudres et explosifs, le matériel de guerre chimique furent fabriqués dans des usines de guerre et dans les arsenaux de la Marine. L'auteur nous montre comment, en dépit de l'énergie et des efforts de tous, nos armées n'ont jamais reçu qu'avec des retards d'un an à un an et demi ce qu'elles demandaient.

Il importe de réduire, pour chacune des industries nécessaires, le temps de démarrage par une mobilisation industrielle convenablement prévue à l'avance. Nul ne peut se désintéresser hélas ! de ces questions et le livre du Lieutenant-Colonel Reboul amènera bien des personnes à exiger des gouvernements successifs, la réalisation à bref délai d'une organisation qui pourrait être, demain, notre moyen de salut.

Edmond MARCOTTE.

Tratado de quimica biologica, par José R. CARRACIDO, Professeur à l'Université de Madrid. *Troisième édition*. In-8° de 834 pages avec figures. Libreria de los Sucesores de Hernando, éditeur, Calle del Arenal 11, Madrid. — Prix : 30 Pesetas.

En présentant aux lecteurs de la *Revue Scientifique* la *deuxième édition* de cet important ouvrage, nous leur

Digitized by Google

avons dit tout le bien que nous en pensions ; nous nous bornerons donc aujourd'hui à leur signaler les heureuses modifications et les additions dont la nouvelle édition a été l'objet.

L'auteur n'a rien négligé pour que son livre soit parfaitement au courant des plus récents progrès de la biochimie et justifie plus que jamais l'accueil si favorable que lui ont réservé les milieux scientifiques et médicaux des pays de langue espagnole.

Il a notamment étudié plus en détail les vitamines, les ferments et les lipoïdes ; puis il a développé dans une large mesure tout ce qui a trait aux échanges de matière et analysé succinctement un grand nombre de faits expérimentaux ou des considérations théoriques relatives aux phénomènes de synthèse et de destruction dont les organismes vivants sont le siège. L'importance prise par l'étude biochimique du métabolisme, a même nécessité la transformation du chapitre qui lui était consacré dans les éditions précédentes en une sixième partie, ayant pour titre : *Cycle biochimique de la matière.*

Enfin, d'autres additions portent sur la cholestérine et ses dérivés, les hormones, les matières albuminoïdes et leur constitution, les modifications apportées à certaines méthodes analytiques à la suite de nouvelles recherches etc... Par cette troisième édition, le Traité du Professeur Carracido reste donc le tableau fidèle de la Science biochimique dans son état actuel ; il continuera à rendre de grands services aux étudiants qui certainement y puiseront, en même temps que des connaissances nouvelles, le désir de chercher à leur tour la solution des nombreux problèmes dont l'auteur a su si clairement mettre en évidence le puissant intérêt. A. B.

The relation of the Neuroses to the Psychoses, by Pierre Janet. M. D. delivered at the celebration of the one hundredth anniversary of Bloomingdale Hospital, May 26, 1921. In-8° de 30 pages.

La conception que l'on se faisait autrefois des maladies mentales ne reposait que sur des préjugés d'ordre religieux ou moral, ou sur des raisons utilitaires et administratives. Il en est de même de la distinction entre les névroses et les psychoses, qui jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle est restée toute factice (pendant longtemps la neurasthénie n'a été qu'un substitut commode de la folie à l'usage des riches) et qui a amené toutes sortes de malentendus et de difficultés pratiques. Les premières ne peuvent pas plus se caractériser par l'absence de lésions que les deuxièmes par le danger qu'elles présentent pour l'ordre public. Les unes et les autres sont des altérations de la conduite sociale, des désordres ou des arrêts dans l'évolution des fonctions ; elles sont sujettes aux mêmes phases d'agitation et de dépression, et se rattachent au fait général de l'épuisement des forces psychiques, de la disproportion entre leur qualité et leur tension, d'où proviennent l'abaissement du niveau des actes, le développement désordonné des tendances inférieures, la peur des actes difficiles (phobies, vertige, négativisme), la recherche des causes d'excitation (poisons, vol, agression, idées de grandeur, impulsion, etc...).

Il n'y a donc entre névroses et psychoses qu'une différence de degré : elles correspondent à une décadence de plus en plus profonde, à une régression vers les stades anciens de l'évolution psychique. Elles affectent ces tendances moyennes, intermédiaires entre les actions rationnelles et les réflexes élémentaires, et qui ont pour but de mettre d'accord notre langage avec notre conduite ; leurs désordres sont donc intermédiaires entre les erreurs ou fautes morales et logiques, et les maladies du système nerveux ; ils portent avant tout sur la volonté et la croyance. L'unique différence serait que dans les névroses la réflexion critique seule est atteinte, dans les psychoses c'est l'assentiment immédiat, tandis que dans l'imbécillité et l'idiotie, ce sont les fonctions perceptives elles-mêmes.

D'ailleurs, en fait, ne voit-on pas des psychosténiques descendre successivement ces différents étages et passer des idées fixes au délire, puis à la démence ?

Quoique purement théorique et psychologique, la distinction n'en reste pas moins valable entre ces maladies à cause des différences dans le pronostic et le traitement, et en attendant une connaissance plus approfondie de leurs conditions organiques. Mais il faut souhaiter que les aliénistes cessent d'en tenir compte et de limiter trop étroitement leur domaine.

C'est sur ce sage conseil que M. Janet termine le discours qu'il était allé prononcer à l'occasion du centenaire de l'hospice de Bloomingdale : on ne pouvait mieux représenter la psychiatrie française et mieux prouver sa haute tenue et ses progrès. R. Troude.

Cosmographie et Navigation, par C. Cornet, 1^re^ partie. In-8° de 350 pages avec 180 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 40 francs.

Les traités de cosmographie et de navigation à l'usage des capitaines de la marine marchande ou des capitaines au long cours sont très nombreux. Bientôt chaque professeur d'hydrographie aura publié le sien. Lorsqu'on feuillette ces différents ouvrages, on ne peut s'empêcher de constater qu'ils présentent tous un air de famille. La raison en est simple : les uns et les autres s'inspirent des cours de navigation de l'École Navale, dont la plupart des professeurs d'hydrographie sont anciens élèves, et le cours de navigation de l'École Navale, perfectionné d'année en année par les professeurs successifs, est un chef-d'œuvre.

Toutefois, alors que l'École Navale a adopté récemment les notations des astronomes (par exemple la latitude est représentée par la lettre φ), les professeurs d'hydrographie sont restés fidèles aux anciennes notations (la latitude est représentée par L), si bien que les officiers de la marine de guerre ne parlent plus en navigation le même langage que les officiers de la marine de commerce — ce qui ne laisse pas de présenter quelques inconvénients.

L'ouvrage de Cosmographie et de Navigation que vient de publier M. Cornet, professeur d'hydrographie, Directeur de l'École Nationale de Navigation de St-Malo, s'adresse particulièrement aux capitaines de la marine marchande, qui sont les capitaines du cabotage d'autrefois. C'est donc un traité très élémentaire, mais qui comprend tout ce que la navigation a besoin de savoir dans la pratique. L'auteur ne paraît pas s'être attaché à présenter un exposé original, mais un exposé clair et didactique. Les exercices proposés à la fin des principaux chapitres facilitent l'étude du programme et la préparation des examens. Je regrette que M. Cornet n'ait pas simplifié l'exposé des corrections de compas en adoptant la rose graduée de 0° à 360°, au lieu de la rose graduée en quadrants, avec ses règles de signe compliquées. Il est aussi assez curieux de constater que l'auteur ne signale pas parmi les tables destinées à donner l'azimut des astres, les tables azimutales du professeur l'hydrographie Bertin, qui sont certainement les plus pratiques de toutes celles qui ont été publiées en France. J. R.

Le Gérant : A. Desmoïs.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 14 — 63e ANNÉE — 25 JUILLET 1925

LA CARTOGRAPHIE OFFICIELLE EN AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE

I

RÉSULTATS D'AVANT-GUERRE

Parmi les moyens d'investigation qui permettent de connaître nos colonies, un de ceux dont la nécessité s'impose avec le plus d'évidence est la possession d'une carte. Cette nécessité, toujours reconnue dans les époques de la conquête et de l'exploration, n'est pas moins impérieuse pendant la période d'organisation et de mise en valeur.

Par son étendue considérable, l'Afrique occidentale française doit s'attendre, plus peut-être que n'importe quelle autre colonie, à ce que son développement soit tributaire d'une exacte connaissance du sol. Ce qui a été réalisé dans ce sens est généralement peu connu. Nous nous proposons d'exposer tout d'abord ce qui a été fait avant la guerre par les pouvoirs publics pour dresser la carte de cet immense empire ; nous décrirons dans une seconde étude les travaux cartographiques qui, repris après une interruption de sept années, se poursuivent actuellement dans les diverses colonies qui composent le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française (1).

***

Pendant la seconde moitié du XIXe siècle, l'Afrique occidentale et centrale a été la terre promise de l'exploration. Les noms de Monteil, de Binger, de Marchand, etc... doivent être salués avec respect par tous ceux qui s'intéressent à la Géographie coloniale : ces « maîtres de l'exploration », selon l'expression de M. Delafosse, « derrière lesquels on ne trouve plus grand'chose à glaner en fait d'observations nouvelles » (1), savaient admirablement voir, et les documents qu'ils ont rapportés ont permis, relativement vite, de se faire une idée d'ensemble du pays.

Puis vint la période des partages qui permit aux

(1) Le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française a une superficie de 4.800.000 kilomètres carrés et une population de 12.273.000 habitants. Sa capitale est Dakar, 32.500 habitants dont 2.500 Européens.

Il se compose actuellement de huit colonies autonomes, savoir (par ordre alphabétique) : la Côte d'Ivoire, 315.000 kil. carrés, 1.545.000 hab., capitale Bingerville 780 habitants ; le Dahomey, 107.000 kil. carrés, 841.000 hab., capitale Porto-Novo 20.000 hab. ; la Guinée française 242.000 kil. carrés, 1.875.000 hab., capitale Conakry, 8.850 hab. ; la Haute-Volta, 320.000 kilom. carrés, 2.973.000 hab., capitale Ouagadougou ; la Mauritanie, 670.000 kilom. carrés, 261.000 hab., capitale Saint-Louis 18.100 hab. ; le Niger, 1.282.000 kil. carrés, 1.084.000 hab., capitale Zinder, 5.850 hab. ; le Sénégal, 192.000 kil. carrés, 1.220.000 hab., capitale Saint-Louis ; le Soudan français 1.672.000 kilom. carrés, 2.470.000 hab., capitale Bamako, 14.395 habitants. En résumé, la colonie la plus vaste est le Soudan, la plus petite le Dahomey ; la colonie la plus peuplée est la Haute-Volta, la moins peuplée la Mauritanie.

Les chiffres de population ci-dessus sont ceux du recensement du 1er juillet 1921. Les chiffres de superficie proviennent d'une évaluation personnelle et diffèrent en plusieurs cas de ceux généralement adoptés. Voir au sujet de ces divergences l'*Avertissement* du petit « Atlas administratif et ethnographique de l'A. O. F. », Paris, Forest, édit. 1922.

(1) M. Delafosse : *Les frontières de la Côte d'Ivoire, de la Côte d'Or et du Soudan*, un vol. in-8 de x + 256 p., Masson 1908, p. VI.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

commissions de délimitation, composées en général (1) de spécialistes éminents, de fournir à l'inventaire géographique une contribution remarquablement précise, mais limitée aux confins intercoloniaux, qui ne sont pas toujours les endroits les plus intéressants.

Au début du XXe siècle, est créé le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française. Cet organisme centralisateur envisagea immédiatement qu'il entrait dans ses attributions de procéder à un inventaire géographique plus précis et plus détaillé que celui, déjà très méritoire, résultant de la période de l'exploration. Ce rôle était déjà confié dans les autres colonies françaises à un service géographique local, à Madagascar dès 1896 par Galliéni, en Indochine le 5 juillet 1899. A dire vrai, le Gouverneur général Roume ne crée pas en A. O. F., par un texte administratif, un service géographique local, doté d'attributions précises et muni d'un programme bien net : il se contente de faire appel à des brigades topographiques militaires empruntées au Service géographique de l'armée, qu'il charge (2) de commencer la carte régulière.

De pareils travaux ne s'improvisent pas. L'exécution d'une « carte d'état » est soumise à des règles très précises, qui la différencient justement de la topographie expédiée. Dans ces travaux de longue durée, qui doivent être poursuivis pendant plusieurs années, sinon plusieurs générations, l'essentiel est d'avoir un programme : poser dès le début des règles rationnelles pour les échelles à employer, les signes conventionnels, les dimensions des feuilles de la carte, l'ordre d'urgence des levés, etc... Les levés topographiques *réguliers* ne méritent ce nom que s'ils sont appuyés sur une triangulation, qui les précède obligatoirement et dont les opérations sont elles-mêmes rigoureusement hiérarchisées : mesure de base ; construction de signaux, observation et calcul des chaînes géodésiques de premier ordre, au moyen desquelles on détermine ensuite la triangulation complémentaire, dont les sommets sont plus ou moins serrés selon l'échelle à laquelle on effectuera les levés topographiques. Ces procédés classiques, fruit de l'expérience séculaire des « Ingénieurs géographes militaires », la science française y est passée maître. Qu'ils soient d'une application aisée aux colonies, c'est autre chose ! Au reste, ils peuvent à la rigueur être suppléés par les méthodes astronomiques : celles-ci diffèrent essentiellement des méthodes géodésiques en ce qu'elles fournissent (avec une approximation variable suivant les instruments employés et la virtuosité des opérateurs) la position géographique d'un certain nombre de points, indépendants les uns des autres. Dans tous les cas, l'exécution d'une carte de grande étendue doit être menée avec d'infinies précautions et avec beaucoup de suite dans les idées.

C'est parce qu'on n'a peut-être pas voulu — ou pu — attacher assez d'importance à ces questions d'organisation technique, que les résultats obtenus avant la guerre dans la cartographie africaine ne correspondent que d'une manière incomplète à la somme considérable d'efforts qui a été fournie, pendant onze années (1904-14), par les officiers et sous-officiers géodésiens ou topographes qui furent les vaillants opérateurs du Service géographique de l'Afrique occidentale française.

Car il y avait tout de même un Service géographique de l'A. O. F. ! Ce service, bien que n'ayant pas été institué par un acte officiel, n'en avait pas moins une existence budgétaire, du fait que chaque année des crédits étaient affectés à son fonctionnement. Ces crédits, d'abord confondus dans le budget du Gouvernement général avec ceux des travaux publics, firent ensuite l'objet d'une inscription particulière ; le Service géographique fut enfin (1910) rattaché au Cabinet militaire du Gouverneur général (1). Son personnel, en nombre variable, demeure presque exclusivement militaire, et ne comprit bientôt plus que des officiers et sous-officiers des troupes coloniales, dont la plupart avaient reçu une instruction préalable au Service géographique de l'armée (2).

Les travaux du Service géographique de l'Afrique occidentale française se sont déroulés avant la guerre dans cinq colonies différentes : Sénégal et Mauritanie, Côte d'Ivoire, Dahomey, Guinée, Haut-Sénégal-et-Niger. Ils ont comporté des opérations *astronomiques*, *géodésiques* et *topographiques* et amené la publication de deux cartes régulières. L'exposé successif de ces opérations, *groupées par*

(1) Cette restriction vise certaines insuffisances heureusement très rares ; on sait par exemple que les travaux de la mission Richaud (Délimitation franco-libérienne 1908) ont dû être entièrement recommencés.

(2) Arrêté du 11 novembre 1903, *Journal officiel du Sénégal* du 11 novembre 1903.

(1) Les chefs du Service géographiques de l'A. O. F. avant la guerre ont été : capitaines Cavrois (1894-05), Bérecki (1905-10), Taton (1901-12), Harranger (1912-14), Rocard (1914), ce dernier mort pour la France en 1918.

(2) Dans une notice consacrée à la réouverture du Service géographique de l'A. O. F. parue dans la *Géographie*, tome XXXVII, n° 5, mai 1922, une des personnalités les plus hautement qualifiées pour apprécier de pareils travaux, le colonel Bellot, directeur du Service Géographique de l'Armée, dit à ce sujet : « Nous aurions tenu à citer, si nous en avions eu la liste tout à fait complète, les noms de tous ces opérateurs ou chefs de brigade qui ont su faire preuve, dans un pays difficile, de la plus belle énergie ; nous leur rendons à tous sans distinction l'hommage dû à leur science et à leur grand dévouement ».

Digitized by Google

spécialité technique, serait un peu aride : nous avons cru préférable d'en donner l'aperçu *géographiquement*, c'est-à-dire par théâtre d'opérations.

***

Sénégal. — Les levés topographiques au Sénégal, commencés, comme il a été dit plus haut, à la fin

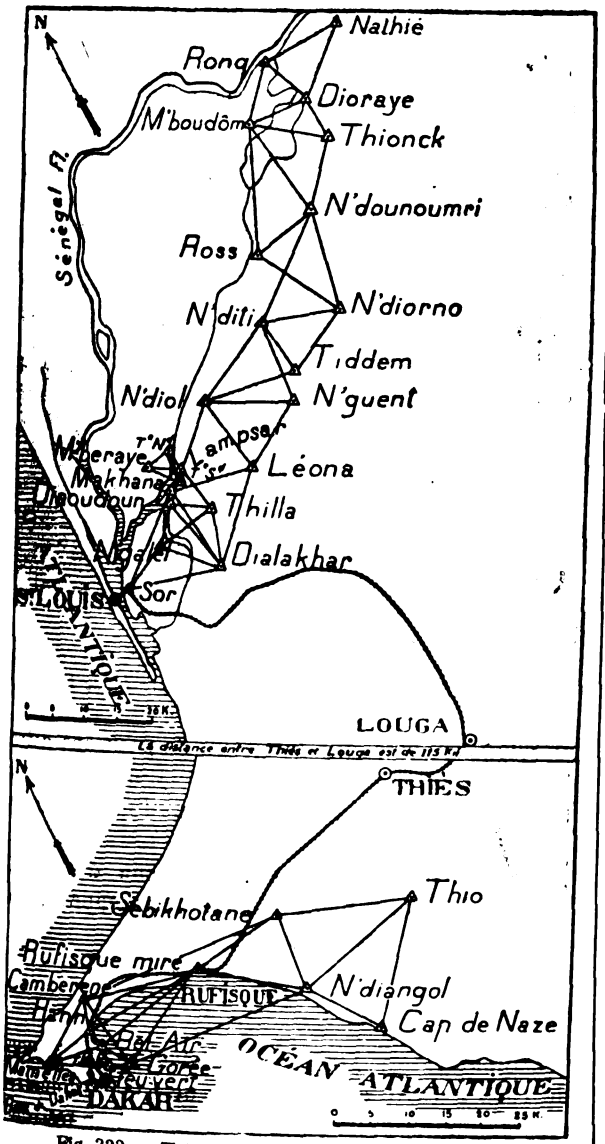


Fig. 332. — Triangulation géodésique exécutée au Sénégal avant la guerre.

de 1903, ont été poursuivis jusqu'en 1909, à l'échelle du 100.000ᵉ, par des brigades comprenant quatre à cinq officiers, qui restaient en général six ou sept mois par an sur le terrain. On leva ainsi, en sept ans, 36.500 kilomètres carrés, situés le long du littoral de l'Atlantique, depuis le fleuve Sénégal au Nord jusqu'à la frontière de la Gambie anglaise au Sud, et limités à l'est par le méridien 20ᴳ 10ᵒ ouest de Paris (ou 15ᵒ 46' ouest de Greenwich).

Ces levés étaient appuyés sur deux triangulations fragmentaires, l'une exécutée en 1903-04 aux environs de Dakar (1), et comprenant treize stations sur une étendue de 50 kilomètres de long, l'autre en 1904-05 aux environs de Saint-Louis (2), avec vingt-trois stations répartis sur 80 kilomètres environ. Chacune d'elles s'appuyait sur une base mesurée, de 1.553 m. 62 à Dakar, et de 5.216 m. 63 à Lampsar, près de Saint-Louis. Les coordonnées de départ étaient celles de Dakar et de Saint-Louis, déterminées astronomiquement en 1885 par Bouquet de la Grye et Driencourt (3). Il fut impossible de réunir entre eux ces deux tronçons, en raison du terrain, uniformément plat et recouvert de haute broussaille, qui eût exigé des constructions de pylones que l'on n'était pas outillé pour réaliser.

Dès 1905, on avait entrepris de suppléer à la carence de la géodésie par l'emploi des méthodes astronomiques : l'astrolabe à prisme de Claude et Driencourt, qui entrait alors dans une période de faveur qui n'a fait depuis que s'affirmer, donnait les latitudes par l'observation des circumméridiennes ; le télégraphe électrique, dont le réseau se développait peu à peu à l'intérieur de la colonie, permettait par le jeu d'un observateur fixe à la station centrale, et d'un second observateur mobile se transportant dans chacune des stations télégraphiques, d'obtenir les différences d'heure et d'en déduire les longitudes, pourvu que celle de la station centrale fût connue. La précision à attendre de pareilles observations dépend surtout de l'habileté des deux opérateurs ; comme nous l'avons déjà fait remarquer, elle est amplement suffisante pour accrocher des levés expédiés et mettre en place une carte de reconnaissance, mais son utilisation pour situer des levés réguliers au 100.000ᵉ doit être considérée comme un pis-aller.

Les levés au 100.000ᵉ furent utilisés pour la rédaction d'une *Carte du Bas-Sénégal*, qui comprend 17 feuilles à la même échelle (4). La projection adoptée est la projection polyédrique ou polycentrique, avec carroyage en grades et minutes centésimales, et en prenant comme méridien origine celui de Paris ; chaque feuille englobe 60 minutes centésimales en latitude sur 50 minutes en longi-

(1) Par M. Laurent, administrateur des colonies et le lieutenant Roumeguère (ce dernier mort pour la France en 1917).

(2) Par les capitaines Archambeaud et Boué (ce dernier mort pour la France en 1916).

(3) Bouquet de la Grye : *Mission du Sénégal et de Ténériffe en* 1885, dans Annales du bureau des longitudes, Tome V.

(4) Feuilles de la *carte du Bas-Sénégal* au 100.000ᵉ : I, Ndiago ; II, Ross ; III, Saint-Louis ; IV, Mérinaghen ; V, Nbététe ; VI, Kelle ; VII, Ndiagne ; VIII, Dakar ; IX, Thiès ; X, Diourbel ; XI, Kael ; XII, Nianing ; XIII, Fatick ; XIV, Kaolack ; XV, Sangomar ; XVI, Messira, XVII, Nioro.

Digitized by Google

tude et mesure environ 60 sur 48 centimètres (1). Cette carte a été héliogravée et imprimée de 1906 à 1911 par le Service géographique de l'Armée à Paris, pour le compte du Gouvernement général de Dakar.

L'expérience des levés au 100.000ᵉ avait été poursuivie pendant assez longtemps pour que l'on pût en conclure que le travail topographique à cette échelle était fort long dans un pareil pays : à partir de 1910, on amorce la continuation vers l'Est, mais en travaillant cette fois directement sur le terrain à l'échelle du 200.000ᵉ, dans le but d'obtenir (par simple réduction photographique des levés) une carte que l'on projetait de publier au 250.000ᵉ.

C'est alors qu'on aperçut, dans les feuilles au 100.000ᵉ déjà imprimées, une double imprévoyance cartographique qui mérite d'être signalée pour en tirer un enseignement. Tout d'abord la « coupure » adoptée pour ces feuilles au 100.000ᵉ n'était pas une subdivision simple de celle adoptée pour le 250.000ᵉ ; ensuite le système des premières feuilles au 100.000ᵉ, prolongé sur la surface de la planète, ne s'appuyait ni sur l'équateur, ni sur le méridien origine. Dans ces conditions, lorsqu'on cherchait soit à obtenir une feuille de la nouvelle carte projetée par réduction des feuilles existantes au 100.000ᵉ, soit à juxtaposer à l'ancien travail une nouvelle feuille au 250.000ᵉ, il subsistait des lacunes : on entreprit donc de les boucher par des levés sur le terrain, et c'est ainsi qu'un opérateur (2) eut à lever une bande de 10 kilomètres de large sur 200 de long !...

Ce nonobstant, en 1913, on avait recouvert par les nouveaux levés au 200.000ᵉ 40.000 kilomètres carrés, s'étendant le long du chemin de fer de Thiès à Kayes jusqu'à proximité de Tambacounda (395 kilomètres de Thiès), et arrivant au Sud-Est jusqu'à la frontière de la Guinée portugaise vers Youkounkoun. Mais aucune feuille de la carte projetée n'avait encore été publiée en 1914.

Pour appuyer ces levés, on s'était résolument rallié au projet de constituer un canevas astronomique, auquel les progrès de la télégraphie sans fil devaient donner beaucoup plus de souplesse, en permettant aux opérateurs de ne pas rester « collés » au fil télégraphique. Une première campagne organisée d'après ces idées eut lieu au début de 1914 dans la colonie du Sénégal et sur la rive droite du fleuve du même nom, alors rattachée au territoire militaire de la Mauritanie. Quatre officiers y furent employés (1), l'un chargé d'émettre et d'enregistrer chaque nuit, à la station radiotélégraphique de Rufisque (Sénégal), des signaux horaires, les trois autres d'observer les mêmes signaux dans les différents points de l'intérieur où ils se transportaient avec leur appareil récepteur. L'antenne était constituée par un fil horizontal de 100 à 300 mètres, tendu sur des perches ou sur des arbres dans la brousse. Cette campagne fut particulièrement fructueuse comme résultats : les battements émis à Rufisque furent entendus sans difficulté jusqu'à 800 kilomètres de distance. Chacun des observateurs

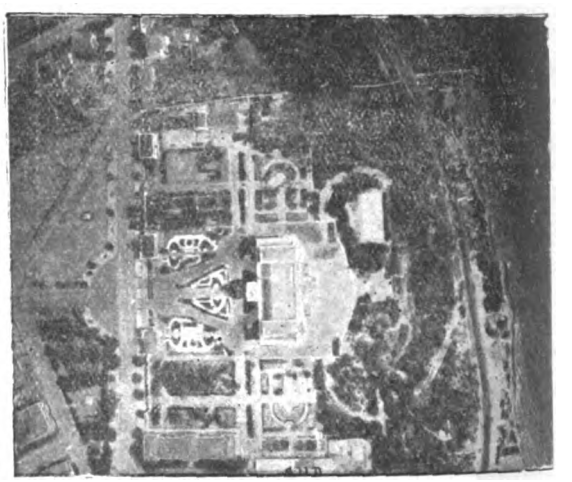


Fig. 333. — Palais du gouverneur général à Dakar (photo aérienne, altitude 500 m.). A l'est, la mer (anse Bernard).

mobiles rapporta une vingtaine de positions astronomiques en trois mois et demi de présence sur le terrain, soit en moyenne un point tous les quatre à cinq jours (2).

Ces procédés auraient sans aucun doute fait école, si la guerre n'était venue interrompre toutes opérations de cet ordre en Afrique.

***

Dahomey. — Des levés exécutés au 50.000ᵉ de 1903 à 1910, couvrent près de 6.000 kilomètres carrés ; mais, appuyés sur un nombre trop restreint de points astronomiques, leur mise en place est légèrement sujette à caution, et il est prudent de

(1) Les dimensions indiquées pour une carte sont toujours celles de l'intérieur du cadre.

(2) Adjudant Cuq, 1912.

(1) Capitaines Boullier, Cassou-Barbé, Laborde et Blazy (ce dernier mort pour la France en 1915).

(2) En comprenant dans le temps d'une station les déplacements pour aller d'un camp à un autre, qui sont loin d'être aisés dans les pays parcourus durant cette campagne. Pour plus amples détail voir : Commandant Ed. de Martonne : *Rapport sur la campagne d'astronomie géodésique exécutée en 1913-14 en Afrique occidentale française*, rédigé à l'occasion de la seconde assemblée générale de l'Union géodésique internationale, Madrid, octobre 1924.

Digitized by Google

les ranger dans la catégorie des levés semi-réguliers.

Réduits à l'échelle du 100.000ᵉ, ils ont donné lieu à la publication d'une *Carte du Bas-Dahomey* à cette même échelle, qui devait comprendre trois feuilles (1). Les deux premières seulement ont été publiées avant la guerre ; elles avaient les mêmes dimensions que celles du Sénégal et furent également héliogravées et imprimées en couleurs sur les presses du Service géographique de l'Armée à Paris.

Côte d'Ivoire. — Cette colonie, en grande partie recouverte par la forêt équatoriale, et du reste encore très loin de la pacification définitive, infligea un échec complet à la mission géodésique (2) qui essaya en 1905 d'y établir une triangulation.

La Côte-d'Ivoire resta par la suite entièrement privée de tout travail topographique ou cartographique officiel.

pareilles étendues semblaient devoir décourager tout essai de travail topographique régulier, et l'on se contenta, au cours de trois campagnes 1905, 1908 et 1911 (1) d'y semer de loin en loin des points astronomiques, répartis le long du réseau télégraphique existant.

Aucune tentative de cartographie ne fut faite pour utiliser ces données, en dehors d'une *Carte d'ensemble de l'A. O. F.* à 1 : 1.500.000ᵉ en quatre feuilles, éditée chez Larose en 1907-09, qui ne comprend du reste pas toute l'A. O. F., et qui est rapidement devenue périmée.

***

Guinée. — La Guinée française est le pays où fut réalisé le plus gros effort géographique.

Alors que le coup de sonde donné par les géodésiens au Sénégal et en Côte d'Ivoire n'avait pas réussi, une tentative analogue faite en même

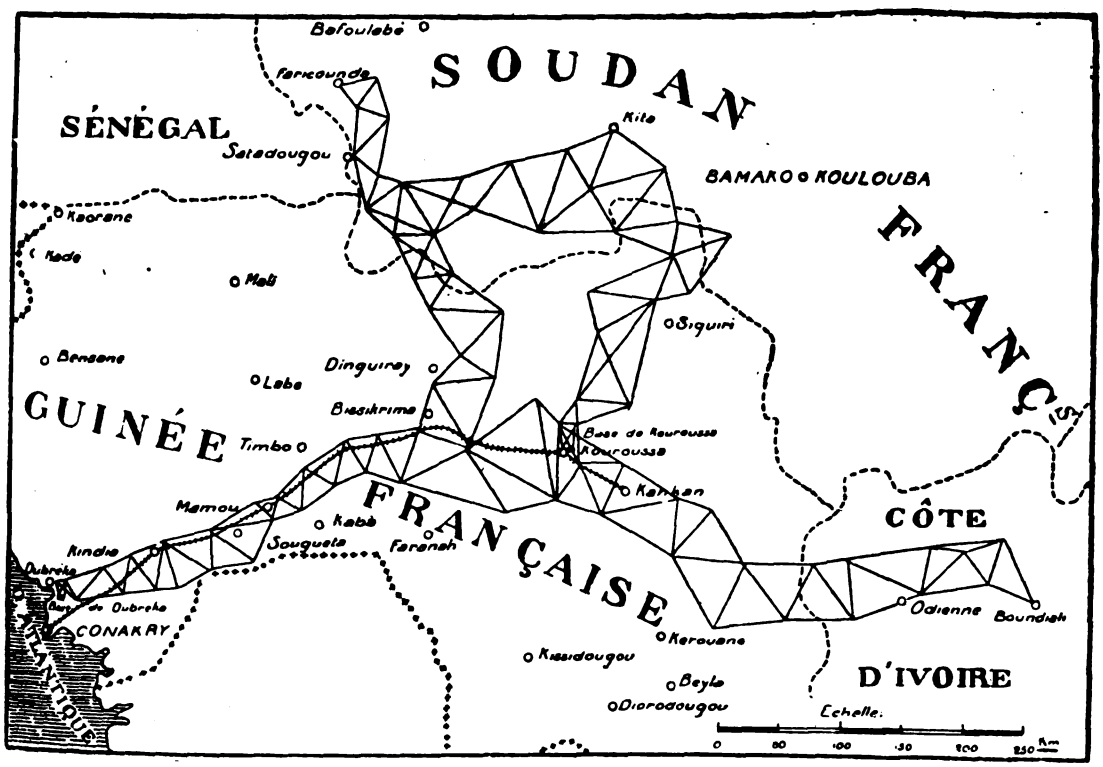


Fig. 334. — Triangulation géodésique de la Guinée française.

Haut-Sénégal-et-Niger. — La colonie qui portait ce nom avant la guerre était un immense empire, dont les territoires militaires, du reste presque indépendants, ont servi depuis à former les colonies autonomes de la Haute-Volta et du Niger. De

temps en Basse-Guinée devenait l'amorce d'un travail de grande envergure. Après avoir mesuré la base de Dubréka, longue de 4.334 m. 42, les deux premiers géodésiens de la Guinée, le capitaine Boué (2) et le lieutenant Schwartz arrivaient, non

(1) Feuilles de la *Carte du Bas-Dahomey* au 100.000ᵉ : I, Grand-Popo ; II, Ouidah ; III, Porto-Novo.

(2) Capitaine de Villeneuve-Bargemont et lieutenant Lacoin.

(1) Les opérateurs ont été M. Laurent administrateur, et les capitaines Harranger et Jordan (ce dernier mort pour la France en 1916).

(2) Déjà nommé au Sénégal.

Digitized by Google

sans peines, à pousser une chaîne de premier ordre à environ 200 kilomètres dans l'intérieur. Six campagnes géodésiques suivirent (1906 à 1911), campagnes très pénibles qui permirent aux géodésiens (1) d'amener leurs triangles en haute Côte d'Ivoire, à 850 kilomètres du point de départ. La longueur des côtés (autour du signal de Kankaïa par exemple) atteint 61, 68, 81 et 94 kilomètres. Les observations sont faites au théodolite à microscopes en 53 stations de 1er ordre. Une base de vérification de 9.582 m. 81 a été mesurée à Kouroussa et a permis un calcul de compensation dans la portion de la chaîne comprise entre les deux bases. En somme, et sans entrer dans de plus longs détails techniques, on peut affirmer que la « chaîne primordiale de Guinée » est un travail qui fait honneur à la science française en général, et en particulier aux officiers géodésiens coloniaux (2).

Une seconde chaîne d'une précision un peu moindre, dite « chaîne de la mission minière » (1908-11) se branche au Nord sur la précédente et couvre avec 35 signaux de 1er ordre les régions limitrophes de la Guinée, du Sénégal et du Soudan (3). Enfin plusieurs triangulations de complétage, s'étendant en largeur de part et d'autre des triangles de 1er ordre, ont été entreprises dans la suite, toutefois de façon un peu fragmentaire; elles réunissent environ 450 signaux de 2e et de 3e ordre, répartis sur 40.000 kilomètres carrés. Une pareille densité de signaux suffit largement aux topographes pour appuyer leurs levés.

Les levés topographiques en Guinée sont tributaires des résultats géodésiques précédents, beaucoup plus importants, comme on le voit, que dans les autres colonies. La Guinée est un pays très chaotique, le climat y est extrêmement fatigant : aussi l'exécution des levés topographiques, où l'opérateur doit parcourir pied à pied le terrain, a-t-elle exigé des topographes (4) des efforts dont on se rend difficilement compte. De 1910 à 1914, 50.000 kilomètres carrés ont été levés à l'échelle du 200.000e, par les procédés de topographie régulière en usage au Service géographique de l'armée dans les brigades d'Algérie et de Tunisie. Le terrain levé est réparti de part et d'autre du chemin de fer de Conakry au Niger, et forme une bande de 100 kilomètres de large sur 500 kilomètres de long, couvrant tout l'intérieur du pays, mais laissant de côté la région côtière.

La guerre est arrivée avant qu'aucun de ces levés ait été publié.

***

Conclusion. — Il est possible de dresser le tableau numérique de ce qui avait été fait avant la guerre pour la cartographie officielle de l'Afrique occidentale française. Ce tableau donne : *pour l'astronomie*, 140 positions dont une vingtaine incomplètes (latitude seulement); pour la *géodésie*, 700 signaux dont 200 de 1er ordre, déterminés par leurs coordonnées (latitude et longitude) et leur altitude (1); aucune étude complémentaire, concernant par exemple le magnétisme ou le nivellement de précision, n'avait été entreprise; *pour la topographie*, 132.500 kilomètres carrés couverts par des levés réguliers aux échelles du 50.000e, du 100.000e et du 200.000e, et répartis à raison de 76.500 au Sénégal, 50.000 en Guinée et 6.000 au Dahomey; *pour la cartographie proprement dite*, il faut reconnaître qu'elle avait péniblement suivi l'avancement des travaux sur le terrain : étaient publiés une carte d'ensemble à 1 : 1.500.000e et 19 feuilles de la carte au 100.000e (dont 17 pour le Sénégal et 2 pour le Dahomey).

Tels sont les résultats en chiffres. Ce qu'il est plus difficile de récapituler, c'est la somme de peines et d'efforts que représente un pareil résultat, obtenu dans des pays très durs pour l'Européen qui doit payer de sa personne, et où toutes les réalisations d'œuvres de longue haleine sont entourées de tant de difficultés matérielles. Les géographes d'après-guerre doivent rendre un hommage ému à leurs devanciers, dont beaucoup ont succombé à la tâche en Afrique ou sont tombés pendant la grande guerre : du moins aurons-nous la satisfaction de montrer prochainement que pas une parcelle de leurs travaux n'est restée inutilisée.

Commandant Ed. de MARTONNE,
Chef du Service Géographique
de l'Afrique Occidentale.

(à suivre.)

(1) Capitaines Bibault et Harranger, lieutenant Jourdy (mort en France en 1907 des fatigues de la campagne), brigadier Azalot (mort également en 1907 à l'hôpital de Conakry), maréchal des logis Pin (mort en 1908 à l'ambulance de Kouroussa).

(2) On trouvera l'exposé de ces travaux, avec tous les détails techniques, les discussions et les enseignements qui ont pu être réunis par l'examen des dossiers de calcul et des rapports des opérateurs, dans la publication suivante : Commandant Ed. de Martonne : *Rapport sur les travaux astron. et géod. exécutés en A. O. F. avant la guerre*, rédigé à l'occasion de la première assemblée générale de l'union géodésique et géophysique internationale : Rome, mai 1922.

(3) Capitaines Langlois et Blazy.

(4) Lieutenant Goetz (mort pour la France en Syrie en 1921), lieutenant Brisbarre (évacué pour maladie en 1911), adjudant Jézéquel (mort en 1912 à l'hopital de Conakry), etc.

(1) On trouvera, dans notre « Rapport sur les travaux astronomiques et géodésiques en A. O. F. avant la guerre », une carte spéciale à 1 : 5.000.000e, résumant graphiquement *l'Avancement des travaux astronomiques et géodésiques en 1914*.

Digitized by Google

LES POISSONS DU DANUBE ET LEUR PÊCHE (1)

Le Danube, comme on sait, est après le Volga le plus long et le plus puissant fleuve de l'Europe. Il prend sa source dans la Forêt-Noire, à 42 kilomètres des bords du Rhin et après un parcours de 2.860 kilomètres, orienté d'une façon générale de l'Ouest à l'Est, va se jeter dans la mer Noire, formant à son embouchure un delta à trois branches

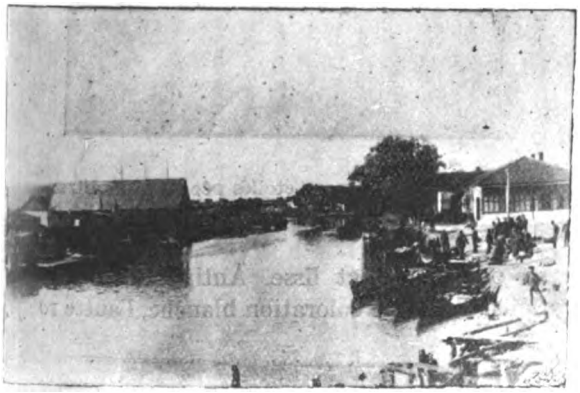


FIG. 335. — Entrepôts à Vilcov sur le bras de Kilia du Danube.

(bras de Kilia (Fig. 335), bras de Sulina et bras de St-Georges (Fig. 336).

On divise son cours en trois parties : Danube supérieur ou allemand se terminant à Passau,

FIG. 336. — Bras de Saint-Georges du Danube.

Danube moyen aujourd'hui à la fois autrichien, hongrois, tchécoslovaque, roumain et yougoslave, qui finit aux Portes de fer à l'endroit où le fleuve resserré franchit la chaîne carpathique, enfin Bas-Danube à peu près exclusivement roumain et bulgare.

Chargé de mission durant l'automne 1924, j'ai eu l'occasion de visiter la Hongrie, la Serbie et la Roumanie ; j'ai pu y étudier la faune ichtyologique du Moyen et du Bas-Danube, et assister en divers points à des pêches intéressantes. Cela me permet de fournir ici un aperçu général des Poissons de ces régions en même temps que de signaler quelques-uns des procédés de capture employés principalement dans le delta et dans les grands lacs littoraux avoisinants.

La plupart des photographies reproduites ici ont été prises par moi ; quelques-unes sont dues à Mr le Pr Petrovitch, de Belgrade et à Mr le Dr Daia, directeur des pêches de Bucarest.

Dans son ensemble la faune ichtyologique du Danube présente la même physionomie que celle des eaux françaises et cela se conçoit car toutes deux rentrent dans la même région zoogéographique.

C'est Albert Günther qui, en 1880 (1), a fixé les divisions généralement adoptées en ce qui concerne la distribution des Poissons d'eau douce dans le monde. Il distingua, d'abord, une zone nord, une zone équatoriale et une zone sud. Le bassin du Danube comme tous nos fleuves français appartient à la région europo-asiatique ou paléarctique de la zone nord de Günther. Une autre région de celle-ci, appelée nord-américaine, est réservée au Nouveau Continent jusqu'au Mexique.

Ce qui caractérise principalement la région europo-asiatique comprenant l'Europe, la Barbarie, l'Asie Mineure et toutes les parties de l'Asie, au nord de l'Himalaya et du Yang-tsé-Kiang, c'est la présence de Ganoïdes cartilagineux comme les Esturgeons, celle des Ésocidés ou Brochets, le grand développement des Cyprinidés et des Salmonidés. On n'y rencontre qu'une assez petite quantité de Siluridés ; les Barbeaux et les Loches sont abondants, mais les Ganoïdes osseux comme les Lépidostées nord-américains y font défaut.

C'est donc, d'une façon générale, les mêmes familles de Poissons qu'on pêche à la fois et dans le Danube et dans nos rivières françaises, mais quelques genres et beaucoup d'espèces sont spéciaux soit à l'Ouest, soit à l'Est de l'Europe.

Une petite famille fait exception, celle des Umbridés, connue seulement du Moyen-Danube et qu'on retrouve aux États-Unis. Au point de vue de la variété des formes, si l'on envisage surtout la faune du Bas et Moyen-Danube, on constate

(1) Conférence faite au Muséum national d'histoire naturelle le 15 mars 1925.

(1) A. GÜNTHER, An Introduction to the Study of Fishes, Edinburgh, 1880, p. 208.

Digitized by Google

que le nombre des espèces est un peu plus élevé que chez nous. C'est ainsi que le Dr Bela Hanko, conservateur au Musée national hongrois à Budapest, avait relevé dans l'ancienne monarchie hongroise un total de 60 espèces, plus 5 acclimatées, et que le Dr Antipa, directeur du Musée d'histoire naturelle de Bucarest, dans sa faune ichtyologique de Roumanie (1) ne décrit pas moins de 74 espèces autochtones.

Ce dernier chiffre dépasse d'une quinzaine environ le nombre de nos formes dulcaquicoles françaises, si l'on fait abstraction des espèces nord-américaines récemment importées et plus ou moins acclimatées dans nos eaux.

Mais il est temps de passer en revue les représentants des diverses familles qui habitent le Danube ou ses affluents.

Peu à dire sur les Poissons les plus inférieurs, les Cyclostomes. On rencontre dans le Danube deux espèces de Pétromyzontidés ou Lamproies, la Lamproie fluviatile et la Lamproie de Planer. Cette dernière paraît assez commune dans la partie moyenne du fleuve, notamment en Hongrie. Une autre forme de chez nous, la Grande Lamproie ou Lamproie marine, manque dans le bassin danubien.

Ce sont, parmi les Ganoïdes cartilagineux, les Acipenseridés ou Esturgeons qui apparaissent comme les plus caractéristiques au point de vue zoologique, en même temps que les plus intéressants au point de vue économique, de tous les Poissons du Moyen et du Bas-Danube. Leur abondance, qui reste grande malgré les pêches intensives dont ils sont l'objet, leur taille souvent considérable, l'excellence de leur chair partout estimée, les produits qu'ils fournissent comme le caviar si recherché des gourmets, la colle de poisson qu'on retire de leur vessie natatoire, tout cela mérite d'attirer sur eux l'attention.

Six espèces fréquentent les eaux danubiennes.

L'Esturgeon glabre à museau moyen, à peau d'aspect lisse, recouverte de petites ossifications, en dehors des rangées d'écussons sur le dos, les flancs, le ventre, remonte de la mer Noire et se pêche à Budapest vers mars-avril. Les Roumains l'appellent *viza*. Il mesure une longueur d'un mètre, rarement 1 m. 50. Son poids habituel est d'une dizaine de kilogrammes. On cite cependant des individus de 60 et même 80 kg.

Le Sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) ou *cega* des Roumains est partout très abondant et particulièrement estimé au point de vue comestible. C'est une petite espèce, d'une taille comprise entre 60 et 70 cm., avec un poids de 4 à 5 kg. Les exemplaires de 8 à 10 kg. sont tout à fait exceptionnels. Le Sterlet se reconnaît à son museau long et pointu, à ses écussons latéraux petits et nombreux, — une soixantaine au moins —

Fig. 337. — Esturgeons étoilés pêchés à Portitza. (embouchure du lac Razelm, dans la Mer Noire).

à sa peau d'aspect lisse. Antipa distingue trois variétés, l'une de coloration blanche, l'autre rouge,

Fig. 338. — Esturgeon de Guldenstadt pêché devant moi, tenu par un petit pêcheur, à Saint-Georges (29 septembre 1924).

la troisième brevirostre, à museau relativement raccourci.

L'Esturgeon étoilé (Fig. 337), est aussi reconnaissable à sa forme allongée, à son museau très prolongé, à sa peau recouverte d'ossifications souvent fort vo-

(1) Dr G. Antipa, Fauna ichtiologica a Romăniei, Bucaresti, 1909.

Digitized by Google

lumineuses. Les Roumains le désignent sous le nom de *pastruga*. Il arrive à 2 mètres et à 20 kg. mais ses dimensions habituelles sont 1 m. 20 à 1 m. 40 avec un poids de 6 à 8 kg.

L'Esturgeon de Guldenstädt (Fig. 338), (*Acipenser Guldenstaedti* Brandt) auquel on ramène souvent l'*Acipenser schypa* Fitz. et Heckel, à museau court et arrondi, à écussons latéraux au nombre seulement d'une trentaine, figure déjà parmi les grandes espèces. Les spécimens de 2 mètres ne sont pas rares et le poids de 20 à 30 kg. est très habituel. On cite des exemplaires de 50, 60 et même 100 kg. On distingue plusieurs variétés de cette espèce que les Roumains appellent *nisetru*, soit d'après des modifications des téguments, soit d'après les variations de la forme du museau.

L'Esturgeon commun (*Acipenser sturio* L.) à museau pointu, à écussons latéraux au nombre d'une trentaine est la seule espèce qu'on trouve parfois en France dans la Garonne et dans quelques

Fig. 339. — Esturgeon huso pêché aux environs de Belgrade Poids : 149 kg.

rivières du versant atlantique. Dans le Danube où les Roumains la nomment *sipul*, elle paraît moins fréquente que les précédentes. Les sujets de 2 mètres et du poids de 80 kg. sont communs. Certains auteurs ont parlé d'individus de 5 mètres et même 5 m. 50 de longueur !

Le Huso (Fig. 339). est plus formidable encore. C'est incontestablement le plus gros des Poissons des eaux douces de l'Europe. Au Musée d'histoire naturelle et au Ministère de l'Agriculture de Bucarest, j'ai vu deux spécimens montés de près de 4 m. 50, l'un pesait frais 615, l'autre 540 kg. On a signalé des individus de 6 mètres. Le Dr Antipa mentionne un exemplaire pris en 1890 à Saint-Georges, à l'embouchure du Danube, et qui pesait 882 kg. Cuvier prétend même qu'il existe des spécimens de 1.500 kg., mais ce chiffre n'est guère vérifiable.

Chez ces vieux sujets les boucliers latéraux, au nombre de 40 à 45, disparaissent plus ou moins complètement sous la peau, ainsi que ceux du dos et du ventre, ce qui fait un peu ressembler ces

Fig. 340. — Barque relevant le carmac en face de Saint-Georges.

énormes Poissons à des Squales, mais ce sont là des Requins d'eau douce, tout à fait pacifiques, car ils sont totalement dépourvus de dents.

Assurément, le Huso, *Hausen* des Allemands, *morunul* des Roumains, est le plus remarquable de tous les Poissons du Danube.

Le distinction entre les diverses espèces d'Esturgeons n'est pas toujours chose aisée, d'autant plus qu'il se produit parfois des croisements entre espèces voisines donnant naissance à des hybrides dont les caractères sont naturellement intermédiaires.

Dans le Moyen et le Bas-Danube on se livre par les procédés les plus divers à la pêche des Esturgeons, recherchés à la fois et pour leur chair et pour leurs œufs qui fournissent le caviar.

A Saint-Georges, à l'embouchure sud du delta dans le mer Noire, j'ai assisté à la capture de beaux spécimens d'Esturgeons de Guldenstadt au moyen des *carmace* (Fig. 340). Ce sont des engins assez particuliers constitués par une grande corde ou ligne qui barre à peu de distance du fond une partie du fleuve sur une longueur de 200, 300 mètres ou davantage. Cette ligne est divisée en un certain nombre de segments indiqués par des flotteurs de surface, le bout proche de la rive est généralement fixé au fond par un piquet, l'autre extrémité souvent par une ancre. Sur la corde centrale sont attachées

Digitized by Google

deux rangées alternes de cordelettes de 50 cm. de longueur chacune et terminées par un fort hameçon acéré et sans appât. Ceux de la rangée inférieure, entraînés par leur poids, rasent le fond ou presque, ceux de la rangée supérieure tous soutenus séparément par un petit flotteur de liège, nagent entre deux eaux. Les Esturgeons qui descendent du Danube vers la mer en suivant plus ou moins le fond du fleuve se prennent, se harpent comme disent les pêcheurs, à ces crochets qui les agrippent et restent accrochés par n'importe quelle partie du corps. Les pêcheurs qui relèvent les carmace font sauter les énormes Poissons dans leur barque, après les avoir, au préalable, étourdis de quelques coups de gaffe, bien appliqués sur la tête. (Fig. 341).

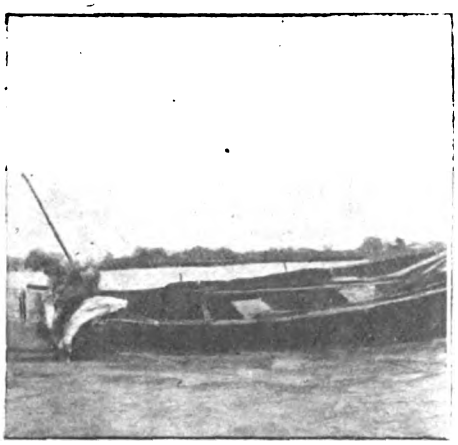


Fig. 341. — La prise d'un Esturgeon au carmac en face de Saint-Georges.

Fig. 342. — Station des pêcheries le long de la rive du Danube à Saint-Georges.

C'est là une pêche extrêmement curieuse et souvent assez fructueuse. Ensuite, dans une des nombreuses stations de pêcheries de l'Etat ou *cherhana* (Fig. 342), installées sur les bords du fleuve, l'Esturgeon est ouvert et ses œufs débarrassés de la membrane qui les unit, après un passage plus ou moins long dans la saumure, constituent le caviar qui est mis en boîte et livré à la consommation. Même sur place, le prix de ce produit si apprécié est déjà relativement fort élevé.

Parmi les Poissons osseux, les Téléostéens, il y a lieu de mentionner d'abord les Clupéidés. Cette famille à représentants surtout marins et dont les formes les plus connues sont les Harengs, les Sardines, les Anchois présente une valeur alimentaire considérable. En Roumanie on distingue 4 espèces de Clupes : la plus intéressante est l'Alose de la mer Noire (*Caspialosa pontica* Eichwald) dont j'ai vu pêcher des quantités à Portitza, à l'embouchure du lac Razelm, dans la mer. C'est un fort joli Poisson, à la coloration brillante, qui atteint une quarantaine de centimètres de longueur et est recherché pour ses qualités comestibles. Antipa en distingue plusieurs variétés et en sépare l'Alose de Nordmann (*Caspialosa Nordmanni* Antipa) qui remonte dans le Danube, le Dniester et le Dnieper.

Le genre *Caspialosa* diffère des Aloses proprement dites par la présence de 3 masses dentaires au palais. Deux autres Clupes, que Berg fait rentrer dans le genre Harengule, *Harengula cultriventris* Nordmann et *H. delicatula* Nordmann, remontent aussi de la mer Noire dans le delta du Danube. Ce sont de tout petits Poissons, atteignant à peine une dizaine de centimètres et qui ne sont intéressants qu'à cause de leur quantité considérable.

Les Salmonidés sont assez pauvrement représentés dans le bassin du Danube. Pas de Corégones, pas d'Ombles-Chevaliers. En Transylvanie, en Moldavie, dans les rivières des Carpathes, comme par exemple la Bistritza, existent en abondance l'Ombre commune (*Thymallus vulgaris* Nilsson) et la Truite ordinaire. On fume cette dernière et on la conserve longtemps dans des branchages de sapin. C'est un mets excellent que j'ai pu déguster notamment à Piatra Neamtz.

Notre Saumon commun est remplacé par le Saumon huch (*Salmo hucho* L.) spécial au bassin du Danube, c'est un Poisson amateur d'eaux vives et torrentueuses et qui ne va pas à la mer ; il mesure parfois 1 mètre de longueur, avec un poids de 10 à 12 kg. Sa chair est fort appréciée.

Comme espèces importées d'origine américaine il faut citer le Saumon de fontaine (*Salvelinus fontinalis* Mitch.) surtout cultivé en Tchéco-Slovaquie et la Truite arc-en-ciel.

Digitized by Google

Ce sont les Cyprinidés qui, de beaucoup, se montrent les plus abondants dans tout le bassin danubien. Il en est de même, d'ailleurs, dans nos eaux, mais dans certains groupes le nombre des espèces est encore plus élevé dans le grand fleuve de l'Europe centrale que chez nous.

Fig. 343. — Pêche à la carpe, l'hiver, dans le Danube aux environs de Belgrade. La carpe pèse 19 kilog. (Cliché du Pr Petrovitch.)

La Carpe, en roumain *crapul*, est un des Poissons que l'on pêche le plus couramment. Certains individus atteignent des dimensions inconnues en France, un mètre avec un poids d'une vingtaine de kilogrammes, tel l'exemplaire représenté ici sur la photographie aimablement communiquée par le Pr Petrovitch. C'est surtout dans le delta qu'on rencontre ces exemplaires de taille exceptionnelle. On y a pris un individu de 1 m. 10 de longueur, qui pesait 27 kg. !

Naturellement, les Carpes « sauvages » sont le plus souvent de forme allongée, mais l'on rencontre parfois des sujets de type noble c'est-à-dire à corps élevé, trapu et charnu, sans doute échappés d'élevages au moment des inondations et revenus à la vie libre.

Dans le Bas-Danube la Carpe est un Poisson quasi-migrateur, accomplissant de longs trajets, au moment des inondations printanières, pour aller pondre dans de petits étangs peu profonds qui constituent, en quelque sorte, des lieux de fraye naturels.

On distingue en Roumanie comme variétés la forme typique à profil à courbure régulière, la forme gibbeuse avec protubérance légère au-dessus de la tête, la forme oblongue et la forme dite « hongroise » très allongée, enfin la Carpe à tête de Dauphin, monstruosité qu'on retrouve souvent dans les groupes les plus divers et qu'on est arrivé à fixer comme les Dogues parmi les Chiens. Avec les œufs de la Carpe les Roumains font un caviar de seconde qualité auquel ils donnent le nom d'*icre*.

Le Carassin vulgaire, d'une vingtaine de centimètres, mais qui peut en atteindre 30 à 35 est excessivement abondant. Dans le Bas-Danube, il est l'objet de pêches considérables et contrairement à la réputation qu'il a chez nous, il paraît apprécié au point de vue alimentaire. Il en est de même pour la Carpe de Kollar, produit du croisement de la Carpe et du Carassin. J'ai pu en recueillir de nombreux exemplaires dans le lac de Calaraschi qui se jette dans le bras Borcea du Danube au Sud-Est de Bucarest.

Dr Jacques Pellegrin,

Assistant au Muséum d'Histoire naturelle.
Président de la Société Centrale d'Aquiculture et de Pêche,

(A suivre.)

REVUE INDUSTRIELLE

LES COMBUSTIBLES PULVÉRULENTS DANS L'INDUSTRIE

M. Sohm, ingénieur en chef des Mines de Bruay, nous a décrit (1) l'installation remarquable qui permet de chauffer les chaudières de la Centrale électrique des mines de Bruay avec des fines de houille, dont les dimensions n'excèdent pas 3 millimètres.

La consommation, par kilogramme de vapeur, s'abaisse ainsi à 163 gr. de fines alors que, pour une même production, on devait brûler 253 gr. de menus sur les anciennes grilles mécaniques de l'usine, cela malgré des économiseurs, que l'on pourrait adjoindre aussi aux nouveaux appareils et qui abaisseraient encore de 7 % le poids des fines brûlées.

Ce rendement merveilleux semble dû, pour une

(1) *R. S.* n° 7 1925.

Digitized by Google

bonne part, au réglage facile des distributeurs de charbon et des ventilateurs, de sorte que la teneur en CO^2 des gaz de combustion s'élève à 15 ou même 17 %, c'est-à-dire se rapproche de très près de la combustion parfaite résultant d'un afflux d'air strictement suffisant pour brûler le combustible.

Ces chiffres sont relatifs à une chauffe régulière mais le rendement tombe de peu lorsqu'il faut pousser la production de vapeur. Les centrales électriques doivent être organisées pour satisfaire immédiatement aux demandes de la clientèle;

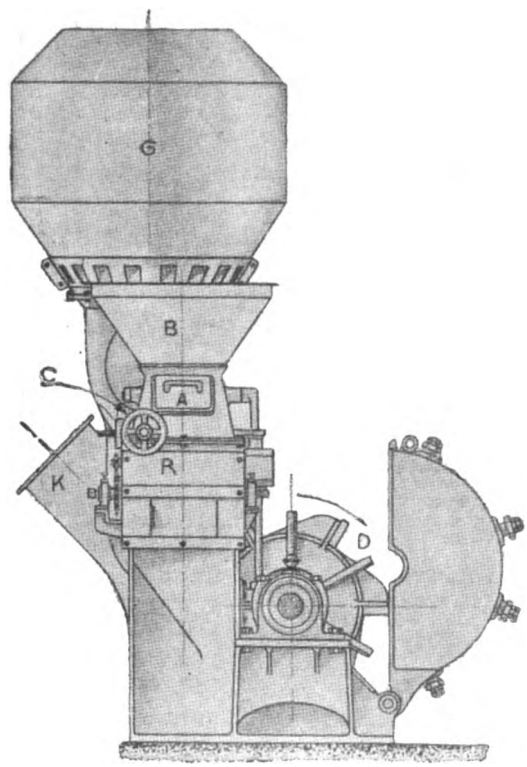


Fig. 344. — Pulvéro-brûleur (vue de profil).

l'énergie distribuée est ainsi essentiellement et brusquement variable, ce qui oblige généralement à installer des groupes électrogènes pour la puissance maximum à fournir, puissance que l'on ne vend que pendant une très faible durée alors que les frais d'amortissement durent toujours. Ces différents groupes sont mis en service successivement et l'on ne peut faire autrement tant que ces machines n'ont pas la souplesse qui permettrait de pousser, d'une manière notable, la puissance de chacune d'elles. Avec les combustibles pulvérisés, au contraire, on peut pousser — et de beaucoup — la production de vapeur sans s'exposer à des élévations intempestives de pression. C'est ainsi qu'à Bruay, l'écart extrême des puissances débitées atteint 225 % tandis que l'écart des pressions de vapeur ne dépasse pas 12 %. Après ce coup de feu, inoffensif pour les appareils, on peut faire tomber la vaporisation de 3.400 à 800 kg. de vapeur dans l'heure suivante, puis, de nouveau, marcher à pleine allure, 11 minutes seulement après que l'ordre en a été donné.

Rappelons aussi que l'une des chaudières de Bruay a été ainsi tenue en feu durant 150 jours, sans que le revêtement réfractaire des chambres de combustion ait eu à souffrir.

Cette économie, cette souplesse, cette robustesse, sont les caractéristiques des appareils qui permettent, à Bruay, l'utilisation de combustibles très menus, très cendreux, autrefois inutilisés, provenant par exemple du dépoussiérage à sec des charbons destinés au lavage et qu'il faut précisément dépoussiérer avant cette opération si l'on veut éviter les boues ou schlamms. Les nouvelles installations rendent le travail moins pénible, diminuent la main-d'œuvre; elles font un grand honneur à

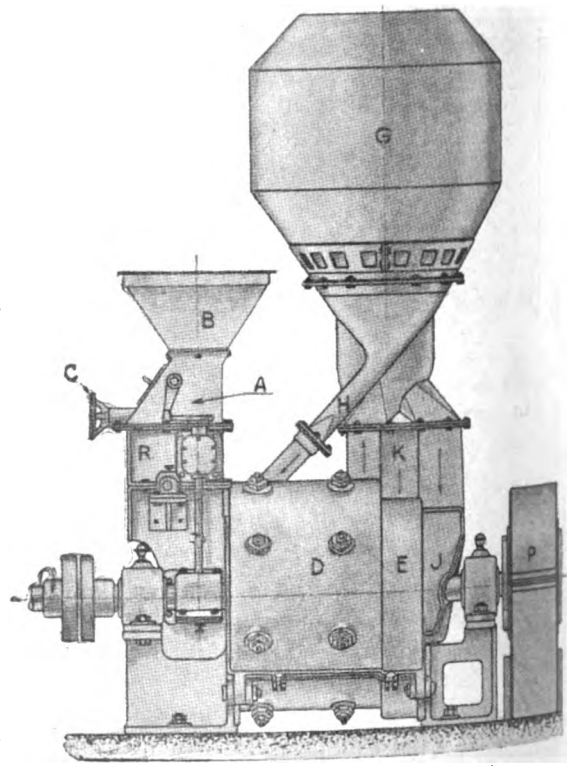


Fig. 345. — Pulvéro-brûleur (élévation).

M. Sohm et constituent certainement un modèle recommandable.

***

L'installation de Bruay n'est cependant que l'une des manières d'utiliser les combustibles pulvérulents, ultra-menus dont nous venons de parler ainsi que les poussières recueillies dans diverses opérations : criblage, séchage, etc...

La rapidité et la perfection avec lesquelles un

Digitized by Google

combustible, divisé en petits fragments, brûle dans un jet d'air soufflé rendent possible l'emploi des charbons très cendreux. L'économie des combustibles, la grande vitesse de chauffe, le relèvement de la température avec le réglage le plus précis, que l'on observe toujours, conduisent à brûler de cette manière, même les charbons non pulvérulents, pulvérisation. Il est plus prudent d'employer un autre dispositif et de répartir le risque d'arrêt en installant, devant chaque chaudière, un appareil *individuel* pour le chauffage. Ces derniers appareils sont d'ailleurs connus depuis longtemps en Amérique (*aéropulvérisers*), on les rencontre partout, même sur les locomotives.

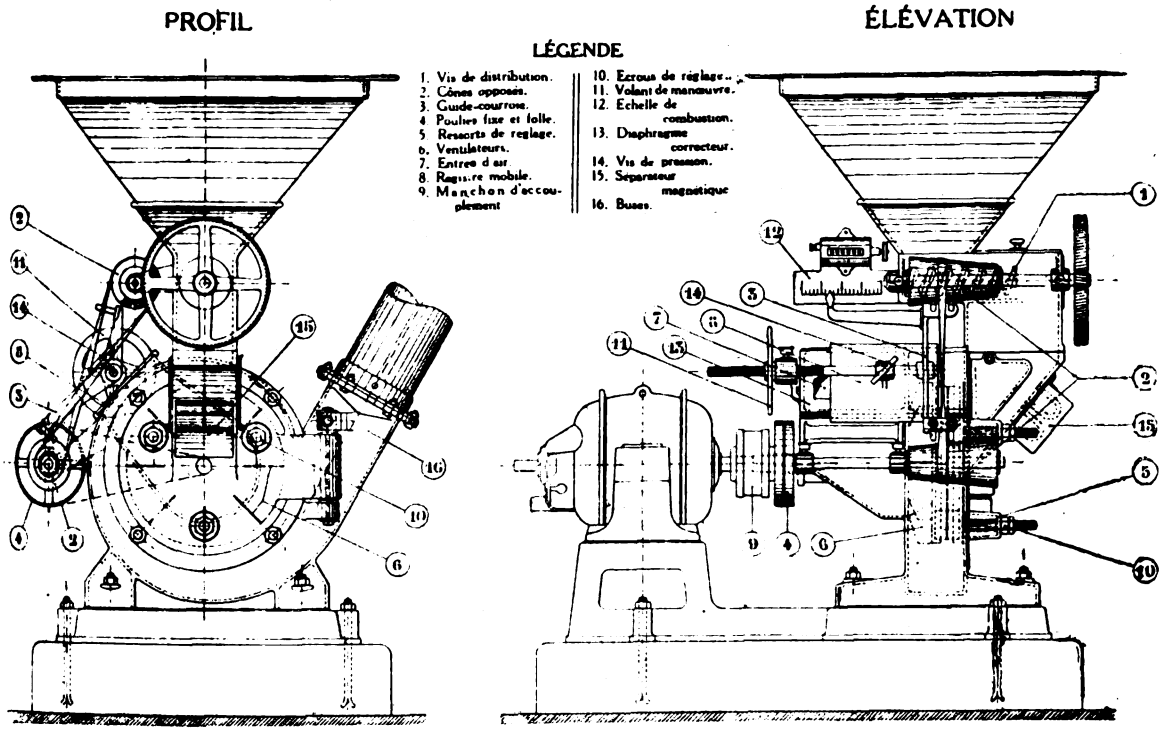


FIG. 346. — Atomiseur « Rex. »

par exemple les lignites et le semi-coke, résidu de la carbonisation à basse température, semi-coke qui contient encore une proportion notable de matières volatiles.

Il est rare d'ailleurs que le combustible soit dans l'état de finesse qui convient, état que nous définirons plus loin, et il en résulte que le pulvérisateur, complétant parfois un concasseur, est un organe important de l'installation.

A la centrale de Bruay, les fines séchées et purgées des débris métalliques qu'elles contiennent sont traitées au pulvérisateur à galets, puis poussées par l'air comprimé jusqu'aux silos alimentant les brûleurs à l'aide de distributeurs-doseurs. Une soufflerie injecte dans le foyer le mélange pulvérisé qui brûle aussitôt. Les divers silos, intercalés dans cette distribution pneumatique, sont autant de régulateurs du fonctionnement.

Mais ce dispositif ne peut convenir qu'à des installations aussi importantes que celles de Bruay. Le système ne souffre aucune médiocrité : un joint imparfait suffit au désordre, tous les foyers de l'usine sont sous la dépendance de la centrale de

***

Les figures 344 et 345 vont nous permettre de suivre le fonctionnement très simple de l'appareil individuel de la Société pour l'utilisation des combustibles (Société qui a fourni les appareils excellents, mais très différents, décrits par M. Sohm).

Le Pulvero-Brûleur individuel doit aussi réaliser une finesse constante avec la plus grande économie de force, une distribution régulière, une grande souplesse de réglage et des facilités de démontage et d'entretien.

Introduit dans la trémie B, le charbon est distribué par l'alimentateur A (dont on peut régler la course alternative et par conséquent le débit) dans une chambre blindée D, munie de marteaux et de palettes tournant à grande vitesse. Les marteaux commencent et les palettes finissent la pulvérisation.

Sur le prolongement de l'arbre des palettes, un ventilateur E aspire le charbon qu'il refoule dans le *sélecteur* G : les grains trop gros retournent par la tubulure H dans le broyeur D tandis que

Digitized by Google

les poussières assez fines vont en J d'où elles sont soufflées dans le foyer à l'aide d'un ventilateur complémentaire P. Un tambour magnétique que l'on peut placer en R élimine, s'il y a lieu, les ferrailles mélangées au combustible.

On voit que tous les organes sont accessibles, que l'on s'est soucié de la sélection des poussières et que le ventilateur supplémentaire de soufflage au foyer permet de conserver l'indépendance entre la vitesse d'entraînement (et par suite le classement

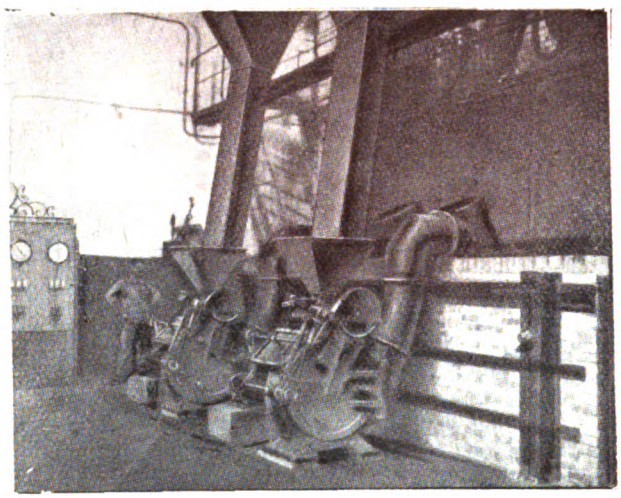


Fig. 347. — Vue extérieure d'une installation d'atomiseurs « Rex ».

des poussières dans le sélecteur) et le réglage du débit de combustible au foyer.

***

Convient-il de faire observer que les marteaux et les palettes des appareils américains, qui projettent le charbon pour le broyer, n'ont pas un excellent rendement? Lancez un morceau de charbon sur un mur : il se casse ; mais il est plus difficile de casser de même l'un des fragments obtenus et l'on déploierait inutilement toute sa force, pour essayer de briser de cette manière un grain d'un demi-millimètre. C'est une grave objection contre l'emploi des marteaux et des palettes qui se traduit par une grosse dépense de force motrice.

D'autre part, les aubages des ventilateurs, organes de triage pneumatique, sont traversés par les particules de charbon et seraient bientôt usées si elles n'étaient pas massives, d'où il résulte un rendement assez médiocre du ventilateur et des difficultés d'équilibrage dynamique, particulièrement après un certain temps par suite des irrégularités de l'usure.

***

Un appareil français, l'atomiseur Rex (fig. 316), paraît plus recommandable.

Le combustible est distribué par une vis d'archimède (1) dont la vitesse de rotation est réglée par le déplacement d'une courroie guidée (en 3) sur deux cônes opposés (2), le cône inférieur étant mu par un dispositif (4) comportant une poulie fixe et une poulie folle.

Le combustible, débité par la vis, tombe entre deux meules dont l'une fixe, est appliquée contre la meule mobile par des ressorts ménagés dans les bossages qui fixent au bâti. Le combustible, saisi par les alvéoles de la meule mobile, tourne avec elle, avec une vitesse linéaire de 50 mètres par seconde ; il est pulvérisé entre les garnitures de corindon qui arment les meules.

La puissance absorbée est de 18 ch-H par tonne

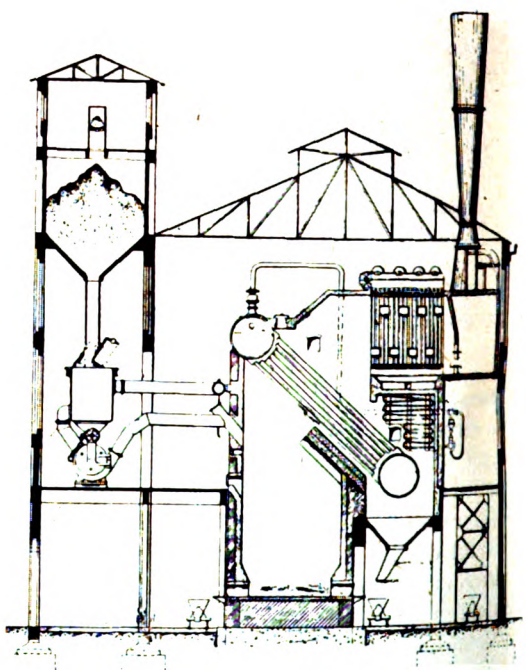


Fig. 348. — Atomiseurs « Rex » pour le chauffage d'une chaudière multitubulaire (coupe).

de combustible. La pulvérisation est très rapide ; les particules fines sont expulsées par la force centrifuge et soufflées au foyer par un courant d'air créé par un ventilateur.

Les aubes en tôle de ce ventilateur (6), fixées sur le prolongement de l'arbre de la meule mobile, donnent un courant d'air de 15 mètres par seconde à la pression de 100 mm. d'eau. L'air est réglé par un registre (8) mais le déplacement de ce registre est lié au développement du guide-courroie réglant la vitesse de la vis d'alimentation du com-

Digitized by Google

bustible. Ainsi se trouvent réglées, à toutes les allures, les proportions respectives d'air et de combustible. Un diaphragme correcteur (13) permet de parachever expérimentalement ce réglage pour un combustible donné. On peut d'ailleurs manœvrer seul le registre d'air dès que l'on a desserré la vis de pression (14).

Le rapprochement des meules étant sollicité par les trois ressorts à boudin logés dans les bossages

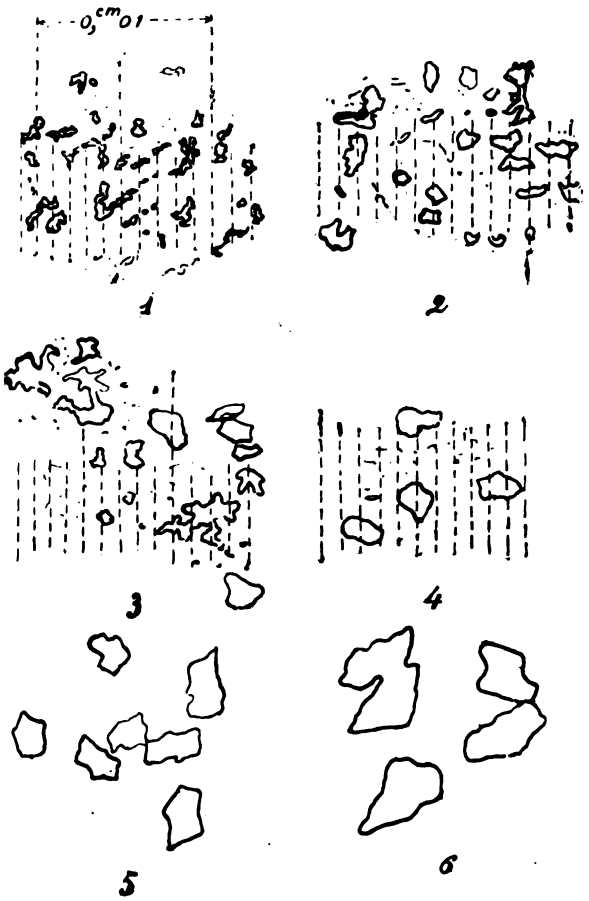


Fig. 349. — Contours apparents de combustibles pulvérisés passant aux tamis de 200 (1), de 150 (2), de 120 (3), de 100 (4), de 80 (5), et de 60 (6).

de la meule fixe, il suffit de desserrer plus ou moins les écrous (10) pour régler la finesse de la pulvérisation.

L'appareil est complété par des organes de contrôle et de sécurité (échelle de consommation horaire, compte-tours totalisateur, séparateur magnétique, etc...).

La figure 347 représente l'installation de 2 atomiseurs Rex sur une chaudière Babcock ; la figure 348 est la coupe d'une installation sur chaudières multitubulaires.

***

L'atomiseur Rex a reçu ainsi de nombreuses applications. Nous donnerons à titre d'exemple, les résultats contrôlés par M. l'Ingénieur principal Dénécheau, des mines de l'Escarpelle où l'on chauffe de cette manière, une chaudière Mathot de 200 m² de surface de chauffe ; la chambre de combustion du foyer ayant seulement 18 m³ de capacité, dimension réduite qui augmentait la difficulté.

Avec un kilogramme de poussier à 18 % de matières volatiles et 25 % de cendres, on obtient 6,5 à 7 kgr. de vapeur. La teneur en CO^2 des gaz de combustion était de 12 à 13 % ; les cendres poreuses ne contenaient que 10 % d'imbrûlés. Tout cela avec une dépense de 15 à 16 ch-H par tonne de combustible et il ne faut que 18 ch. pour traiter les mixtes à 40 et 45 % cendres ! L'usure des meules est insignifiante (on peut estimer le remplacement des garnitures à 0 fr. 10 par tonne de charbon pulvérisé). Un manœuvre suffit pour la conduite et surtout pour la surveillance du niveau de l'eau dans la chaudière.

Une seconde machine a été mise en service sur un second générateur ; la finesse du produit pulvérisé est telle que 90 % de sa masse totale passe au tamis de 200. On se trouve donc en présence d'une solution vraiment pratique.

Nous ajouterons que les essais que nous avons poursuivis à l'Escarpelle avec le lignite de Laluque confirment pleinement les constatations de M. Dénécheau relatives aux poussiers de charbon. Il semble même que le semi-coke des carbonisations à basse température soit un combustible de choix pour l'atomiseur Rex en raison de la facilité de la pulvérisation de ce produit ayant d'ailleurs une teneur notable en matières volatiles (1). Le lignite sec s'est d'ailleurs bien comporté aussi dans le pulvero-brûleur dont il a été question précédemment. Nous avons ainsi acquis de nouveaux motifs de développer nos exploitations lignifères.

***

La friabilité des combustibles est, en effet, une précieuse qualité.

Le Dr Marie C. Skopes a examiné au microscope les houilles débitées en lames minces et M. Roszak professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, a étudié avec l'aide de M. Gramme, chef du laboratoire des usines Babcock et Wilcox, les charbons pulvérisés.

M. Roszak ayant broyé un grand nombre d'échantillons de combustibles fractionna chacun d'eux

(1) Dans la carbonisation à basse température, on ne cherche, en effet, à extraire que les matières volatiles condensables. Le semi-coke de Laluque contient encore plus de 40 % de matières volatiles.

Digitized by Google

à l'aide de tamis superposés par emboîtement. Les poudres recueillies sur chacun des tamis à 60, 80, 100, 120, 150 et 200 mailles furent analysées sommairement, puis étudiées au microscope.

Les cendres se pulvérisent plus vite que le charbon de sorte qu'après fractionnement du mélange pulvérisé, les grains les plus fins sont ceux qui comportent le plus de cendres et, d'une façon générale mais non sans exception, ceux qui ont la teneur la moins élevée en matières volatiles.

Le croquis (fig. 349) montre les contours apparents d'un menu pulvérisé ; l'échelle micrométrique y est représentée, chaque centième de millimètre étant une division. Il semble que la forme initiale des grains persiste d'autant plus loin que le combustible est plus chargé de cendres (les croquis sont relatifs à un combustible ayant 17 % de cendres, 12 % de matières volatiles et 60,9 % de carbone fixe). Il semble aussi qu'il ne soit pas nécessaire de pousser l'opération au delà d'un certain degré de finesse à partir duquel la surface de contact avec l'air n'augmente plus que de peu lorsqu'on poursuit la pulvérisation.

La combustion est, évidemment, d'autant plus rapide que les morceaux offrent, à poids égal, la plus grande surface au contact du carburant ; mais le calibrage des morceaux, d'ailleurs extrêment fins, est loin d'être uniforme et, par conséquent la combustion de toutes les particules ne peut se terminer en même temps. C'est donc par une assimilation grossière que l'on a pu comparer le combustible pulvérisé à un gaz ; chaque particule de charbon donne d'ailleurs naissance à une particule de cendre plus petite qui empêche d'employer, pour la récupération de la chaleur sensible, les dispositifs à empilage de briques, si commodes lorsqu'on brûle un gaz.

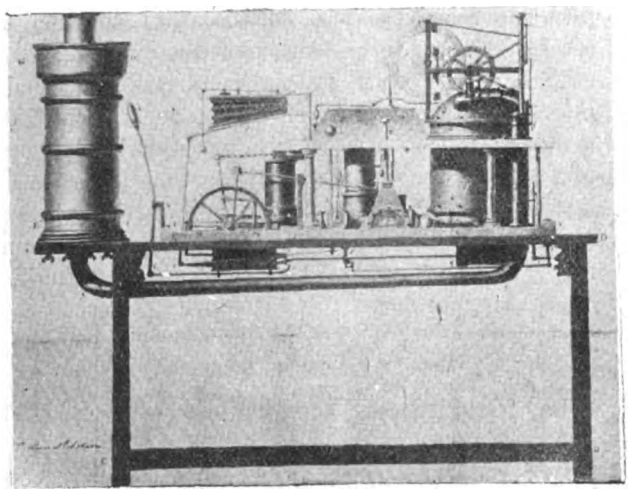


Fig. 350. — Moteur des frères Niepce.

Ainsi la teneur en cendres des combustibles pulvérisés est plus grande dans les grains les plus fins, lesquels contiennent en général moins de matières volatiles ; l'homothétie entre les fragments hétérogènes que l'on recueille successivement sur des tamis dont les mailles sont de plus en plus serrées, persiste d'autant plus loin que le combustible est cendreux. Telles sont les constatations principales qui résultent des essais de M. Roszak. Il y a donc une teneur limite à rechercher et qu'il est inutile de dépasser dans les appareils industriels.

***

Si les appareils qui permettent de brûler les combustibles cendreux, les lignites et les fines après pulvérisation, sont extrêmement précieux, ne pourrait-on concevoir une application plus prestigieuse encore?

On sait que les brevets Diesel de 1892 et de 1894 visaient l'emploi de combustibles pulvérulents dans les cylindres mêmes des moteurs ; pratiquement l'inventeur a dû se contenter de brûler des huiles lourdes.

Or, voici que M. P. Clerget (1) nous apprend que, bien avant Diesel, en 1806, les frères Niepce, plus connus comme inventeurs de la photographie et de l'héliogravure, avaient imaginé et *réalisé* un moteur brûlant un combustible pulvérulent : la poudre de lycopode ou un mélange de charbon pulvérisé et de résine.

Dans un rapport en date du 15 décembre 1806, Lazare Carnot et Berthollet font remarquer que, dans l'appareil Niepce « aucune portion du calorique n'est dissipée d'avance, la force mouvante est un produit instantané et tout l'effet de combustible est employé à produire la dilatation qui sert de force mouvante ». Le brevet fut délivré le 20 juillet 1808.

M. P. Clerget a reconstitué d'après ce document, d'ailleurs très complet, cette intéressante machine (fig 350) qui, avec une charge de 5 kgr. de lycopode, soulève un poids de 20 kgr. de 30 cm. de hauteur, soit un rendement de 4 % avec la machine froide.

Sans décrire l'ingénieux mécanisme, notons qu'un siècle avant Diesel, Nicéphore et Claude Niepce, imaginèrent et réalisèrent un moteur à combustible pulvérulent, invention qui comprend les principes : du dosage mécanique du combustible dans une boîte d'injection à l'aide d'un distributeur rotatif, de l'injection de combustible dans une

(1) C. R. A. S., 16 mars 1925.

Digitized by Google

chambre de combustion à l'aide d'une chasse d'air comprimé — premier exemple d'une compression préalable — de l'utilisation de la réaction de l'explosion à la propulsion d'un bateau, de l'emploi d'un accumulateur d'énergie permettant le fonctionnement des organes accessoires d'une machine à action directe.

La poudre de lycopode, composée de très petites spores, constitue un combustible idéal qui brûle rapidement sans laisser de résidu.

Nous ne pouvons songer à récolter cette poudre en quantité industrielle, mais peut-être pourrait-on fabriquer d'autres poudres convenables? Les poudres des lignites peu cendreux peuvent acquérir un grand degré de finesse; très tendres, elles useraient peu les surfaces des machines et nous ne pouvons affirmer *a priori* que leur emploi est impossible dans un moteur — le problème le plus difficile consisterait à éliminer les cendres fusibles — ou dans une turbine à explosion ou à combustion; une telle invention causerait une véritable révolution industrielle dans notre pays où la pénurie des combustibles liquides entrave le développement des moteurs à huiles lourdes et des moteurs à explosion.

Mais, d'ores et déjà, la généralisation de l'emploi des combustibles pulvérisés pour le chauffage des chaudières, procure une grande économie de charbon. L'emploi le plus rationnel d'un combustible consiste à le trier sur place; les morceaux convenables étant consommés sur grille; les menus séchés et pulvérisés seraient brûlés dans les appareils spéciaux dont le haut rendement s'allie heureusement avec une souplesse susceptible de faciliter le passage des pointes, c'est-à-dire des heures où la demande d'énergie atteint son maximum.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

L'examen du quartz aux rayons X. — Sir W.-H. Bragg a communiqué récemment à la Royal Institution, dans une série de conférences, les données que fournissent jusqu'ici les rayons X sur la structure intime du quartz.

Les éléments qui composent le quartz sont particulièrement abondants dans la nature puisque, dans la croûte terrestre actuellement explorée, l'oxygène entre pour une moitié et le silicium pour un quart. Le quartz, qui présente des phénomènes si curieux, tant optiques que pyro et piézo électriques, était tout désigné à l'attention des physiciens qui s'occupent de rayons X. En fait, cette nouvelle technique a apporté des informations très précieuses sur les relations entre les caractères macroscopiques du minéral et sa constitution interne.

Bragg considère tout cristal, en général, comme la répétition à travers l'espace, d'un cristal élémentaire, le cristal-unité. Dans le cas du quartz, l'unité se compose de trois molécules $Si\,O^2$. On retrouve dans cet agrégat toutes les remarquables propriétés de l'ensemble, propriétés qui ne sont nullement celles de la molécule SiO^2 isolée, et moins encore celles des atomes individuels de silicium et d'oxygène. Les molécules se répartissent sur une hélice d'axe parallèle à l'axe principal. Cette disposition est précisément celle que suggèrent aussi les phénomènes de polarisation rotatoire, ainsi qu'en témoigne l'expérience synthétique de Reusch. Ce savant superposait une série de plaques de mica, de façon que les axes cristallins d'une couche fassent un angle de 120° avec les directions correspondantes de la couche voisine : la pile de plaques qu'on obtient ainsi est douée du pouvoir rotatoire. Rappelons incidemment que Lindemann a fait une expérience analogue, avec des résultats du même ordre, pour des ondes hertziennes courtes. On sait que les ondes d'un oscillateur de Hertz sont polarisées. Lindemann leur fait traverser une boîte munie de balles destinées à agir comme résonateurs. Il trouve qu'en donnant aux balles l'équivalent d'un arrangement hélicoïdal, le passage des ondes à travers la boîte provoque une rotation de leur plan de polarisation.

Une structure moléculaire hélicoïdale rend donc bien compte du pouvoir rotatoire. Cette propriété, que le quartz partage avec d'autres cristaux, appartient encore à des corps dissous tels que le sucre, pour la raison que le sens d'une hélice est un invariant : une vis dextrorsum le demeure toujours, même si on la retourne bout pour bout. Dans la solution de sucre, les structures hélicoïdales peuvent prendre toutes les orientations, sans que leur effets cessent d'être concordants.

Il s'agissait encore de fixer, dans la molécule SiO^2, l'arrangement des atomes. On se refère, dans ce cas, à l'intensité des raies des spectrogrammes, et on interprète par des considérations semblables à celles qu'on appliquerait à un spectre optique de réseau. On arrive à la conclusion que dans une molécule de quartz, les atomes d'oxygène forment les sommets d'un tétraèdre, dont le centre est occupé par un atome de silicium.

Selon Bragg, les propriétés piézo-électriques du quartz auraient pour origine une charge électrique légère des atomes, positive pour les atomes d'oxygène et négative pour ceux de silicium. S. V.

Physique du Globe

L'isostasie. — La variation de place en place de l'intensité et de la direction du champ terrestre est l'un des rares renseignements qui nous permettent d'acquérir quelques précisions sur la nature de l'intérieur de la terre. C'est à Pratt et Airy (1855) que nous devons la démons-

Digitized by Google

tration de la loi selon laquelle, en gros, les diverses régions de la croûte terrestre s'équilibrent, ou, comme on dit aujourd'hui, sont à l'état d'isostasie; selon laquelle le poids des masses montagneuses au-dessus du niveau de la mer est compensé par un défaut de densité au-dessous d'elles, et les océans profonds surmontent des matériaux de grande densité.

L'intensité du champ terrestre en un point des continents se détermine, on le sait, au pendule. En mer, on avait dû recourir jusqu'à présent à des procédés indirects moins précis, mais des observateurs hollandais viennent de montrer que les mesures au pendule peuvent être effectuées dans un sous-marin immergé à une profondeur suffisante pour se trouver pratiquement à l'abri du mouvement d'agitation de la surface.

Des observations systématiques extrêmement nombreuses et soignées ont été faites aux États-Unis, en des points très variés du continent américain, et les valeurs numériques obtenues ont servi de base aux calculs permettant de montrer dans quelle mesure le principe de l'isostasie correspond à la réalité. Dans ces calculs, on compare le nombre brut g fourni par l'expérience avec un nombre calculé g_c, basé lui-même sur une valeur théorique γ_0 de l'intensité de la pesanteur au niveau de la mer, et en un point situé sur la verticale du lieu considéré. Pour obtenir g_c à partir de γ_0, on fait plusieurs corrections : 1° On fait la correction de différence d'altitude; 2° On tient compte de l'attraction des roches locales situées au-dessus du niveau théorique de la mer; 3° On tient compte du défaut de densité des matériaux situés au-dessous du niveau de la mer, nécessaire, d'après la théorie isostatique qu'il s'agit de contrôler, pour compenser le poids des roches situées au-dessus. La différence $g-g_c$ est l'*anomalie isostatique* d'Hayford et Bowie. Théoriquement, et si les données servant au calcul des corrections étaient toutes rigoureusement connues, ce qui est manifestement impossible, l'anomalie isostatique devrait naturellement être nulle. En fait, elle se montre tout à fait petite, d'ordinaire inférieure à 0,05 dyne /gramme. Ce qui justifie pratiquement la théorie très intéressante qui fait l'objet de cette note.

Concernant le mécanisme par lequel s'effectue la compensation des densités, Pratt et Airy n'étaient pas d'accord. Pratt pensait que les régions élevées l'étaient à la suite d'une dilatation des matériaux situés au-dessous d'elles. Airy, au contraire, comparait une chaîne de montagnes à une bûche flottant sur l'eau, sous l'effet de la poussée hydrostatique. Pendant près de 70 ans, la même différence d'opinion a continué à persister. Il semble bien, aujourd'hui, que l'on puisse dire sans trop s'aventurer, que la deuxième hypothèse paraît plus voisine de la vérité. L'argument principal est basé sur la très remarquable théorie de Joly, qui a fait ici même l'objet d'un exposé, et qui est basée sur l'hypothèse des continents flottant sur un magma semi-fluide de substances basaltiques.

L. Brüninghaus.

Chimie

Table internationale des poids atomiques des éléments, 1925

Nom	Symbole	Numéro atomique	Poids atomique
Argent	Ag	47	107,88
Aluminium	Al	13	26,97
Argon	A	18	39,91
Arsenic	As	33	74,96
Or	Au	79	197,2
Bore	B	5	10,82
Baryum	Ba	56	137,37
Beryllium	Be	4	9,02
Glucinium	Gl		
Bismuth	Bi	83	209,00
Brome	Br	35	79,916
Carbone	C	6	12,000
Calcium	Ca	20	40,07
Cadmium	Cd	48	112,41
Cérium	Ce	58	140,25
Chlore	Cl	17	35,457
Cobalt	Co	27	58,94
Chrome	Cr	24	52,01
Cœsium	Cs	55	132,81
Cuivre	Cu	29	63,57
Dysprosium	Dy	66	162,52
Erbium	Er	68	167,7
Europium	Eu	63	152,0
Fluor	F	9	19,00
Fer	Fe	26	55,84
Gallium	Ga	31	69,72
Gadolinium	Gd	64	157,26
Germanium	Ge	32	72,60
Hydrogène	H	1	1,008
Helium	He	2	4,00
Mercure	Hg	80	200,61
Holmium	Ho	67	163,4
Iode	I(J)	53	126,932
Indium	In	49	114,8
Iridium	Ir	77	193,1
Potassium	K	19	39,096
Krypton	Kr	36	82,9
Lanthane	La	57	138,90
Lithium	Li	3	6,94
Lutécium	Lu	71	175,0
Magnésium	Mg	12	24,32
Manganèse	Mn	25	54,93
Molybdène	Mo	42	96,0
Azote	N	7	14,008
Sodium	Na	11	22,997
Colombium	Cb	41	93,1
Niobium	Nb		
Néodyme	Nd	60	144,27
Neon	Ne	10	20,2
Nickel	Ni	28	58,69
Oxygène	O	8	16,000
Osmium	Os	76	190,8
Phosphore	P	15	31,027
Plomb	Pb	82	207,20
Palladium	Pd	46	106,7
Praséodyme	Pr	59	140,92
Platine	Pt	78	195,23
Radium	Ra	88	225,95
Rubidium	Rb	37	85,44
Rhodium	Rh	45	102,91
Radon	Rn	86	222,
Ruthenium	Ru	44	101,7
Soufre	S	16	32,064
Antimoine	Sb	51	121,77
Scandium	Sc	21	45,10
Sélenium	Se	34	79,2
Silicium	Si	14	28,06
Samarium	Sa	62	150,43
Etain	Sn	50	118,70
Strontium	Sr	38	87,63
Tantale	Ta	73	181,5
Terbium	Tb	65	159,2
Tellure	Te	52	127,5

Digitized by Google

Nom	Symbole	Numéro atomique	Poids atomique
Thorium	Th	90	232,15
Titane	Ti	22	48,1
Thallium	Tl	81	204,39
Thulium	Tm	69	169,4
Uranium	U	92	238,17
Vanadium	V	23	50,96
Tungstène / Wolfram	W	76	184,
Xenon	Xe	54	130,2
Yttrium	Y	39	88,9
Ytterbium	Yb	70	173,6
Zinc	Zn	30	65,38
Zirconium	Zr	40	91,

Voir Bibliogr. *Bull. Soc. Chimiq. de France*, avril 1925.

A. R.

Biologie

Croissance des cellules et croissance du corps. — En pesant jour après jour les divers organes du corps d'un Pigeon, Laura Kaufman a constaté que certaines glandes, en particulier le pancréas et le foie, s'accroissent au début de façon remarquable. Ainsi, le foie qui, chez un Oiseau venant d'éclore, pèse en moyenne 0,4 gr., en pèse 1,3 chez un Pigeon âgé de 3 jours, ce qui correspond à une augmentation de 225 %. Pour le pancréas, les chiffres respectifs sont 0,04 et 0,15 gr., donc un accroissement de 275 % en 48 heures. Si la croissance d'un organe était la conséquence uniquement de multiplications cellulaires, celles-ci devraient être particulièrement abondantes durant cette période; or, au microscope, on ne voit guère de mitoses. Et, d'autre part, chez le Pigeon adulte, le foie et le pancréas sont relativement petits, sans qu'il y ait atrophie cellulaire. D'où la conclusion que le poids de la glande est fonction du volume et non du nombre de cellules (*Bulletin International de l'Académie polonaise de Cracovie*, p. 281, 1924).

Des constatations analogues ont déjà été faites par d'autres auteurs. Ainsi, d'après Illing, chez le Cheval, la Vache, le Mouton, les cellules hépatiques de l'animal jeune sont de plusieurs microns plus petites que celles de l'animal adulte. D'après Berezowski, chez la Souris, le volume de cellules intestinales augmente avec celui du corps : quand on compare la cellule d'une Souris de 10 jours à celle d'une Souris de 5 mois, on constate une augmentation de volume de 56 %. Récemment, Weiss, dans un travail sur la croissance de la Carpe (*Zoolog. Jahrb.*, 1921), fait observer que l'augmentation du volume de cellules musculaires est un facteur important de la croissance du corps. Chez le Pigeon, d'ailleurs, il n'y a pas de corrélation entre le volume (le poids) des organes et le volume du corps : le foie et le pancréas atteignent leur poids maximum bien avant le corps, contrairement aux muscles, aux glandes reproductrices, etc., qui l'atteignent bien après.

Kaufman a étudié également les modifications du rapport nucléo-plasmique de la cellule hépatique au cours du développement du Pigeon. Le noyau s'accroît surtout pendant les premières 48 heures; au 7e jour, il est égal à celui d'un Pigeon de 24 heures (par suite de nombreuses divisions cellulaires entre le 5e et le 7e jour), et est plus petit encore chez le Pigeon adulte. De sorte que le rapport nucléo-plasmique, qui était 12 : 1 chez le Pigeon âgé d'un jour, est 66 : 1 chez le Pigeon ayant atteint le maximum de son poids. De façon générale, on observe, durant la croissance du foie et du pancréas, des périodes alternatives de multiplications cellulaires et d'accroissement de taille cellulaire.

A Duz.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie industrielle

Premiers travaux de la Commission des Carburants synthétiques de remplacement de la Société des Ingénieurs Civils de France. — On sait que la Société des Ingénieurs Civils de France s'attache à mettre un peu d'ordre dans l'étude de l'importante question des carburants synthétiques.

Une commission, composée de géologues, physiciens, mécaniciens, chimistes et, en outre, d'industriels, directement intéressés à la fabrication des carburants bon marché, a pour objets principaux :

La vérification des données des inventeurs;

La présentation des résultats expérimentaux constatés et vérifiés par les membres délégués à cet effet.

Cette commission, présidée par M. Pérard et qui a pour Secrétaire général M. Guiselin, ne peut malheureusement offrir un appui financier aux inventeurs, mais seulement donner gratuitement des conseils et exercer, sans aucune redevance, un contrôle dont la valeur est garantie par les hautes références des savants et des techniciens qui en font partie.

***

Il est bien évident qu'un problème aussi complexe (1) où les questions d'économie priment les recherches scientifiques, ne pouvait être élucidé en quelques séances. Il faut reconnaître, d'ailleurs, que les inventeurs ne semblent pas tous apprécier à sa juste valeur le contrôle qui leur est offert et dont ils pourraient cependant tirer le meilleur parti pour l'exploitation industrielle de leurs procédés.

Comment expliquer que des inventeurs sérieux ne saisissent pas avec empressement l'occasion qui leur est offerte de faire la preuve de leurs procédés avec des garanties exceptionnelles de sincérité, de compétence et de discrétion, lorsque cette dernière condition est demandée?

Nous voyons, malgré cela, trop d'inventeurs redouter l'examen et, si nous comprenons la réserve de ceux qui travaillent dans le silence à parachever leurs travaux, nous ne pouvons expliquer pourquoi des inventions célébrées à l'envi dans la presse quotidienne, ne veulent pas acquérir une renommée moins fragile.

***

Les procédés Makhonine ont manqué une belle occasion de réduire à néant les vives critiques dont ils sont l'objet depuis quelque temps, critiques qui sont fondées sur le silence de l'inventeur succédant à une publicité considérable dans la presse quotidienne. On a dit que le secret avait été demandé par l'État : le carburant Makhonine ayant une fonction de sécurité nationale à remplir; le gouvernement a répondu que le secret, au contraire, lui avait été demandé par l'inventeur et qu'il ne voyait aucun inconvénient à soumettre à l'Office des Combus-

(1) V. *Revue Scientifique*, nos 17 et 18, 1924.

Digitized by Google

tibles liquides, d'une part, à la Commission des carburants synthétiques de la Société des Ingénieurs Civils, d'autre part, les appareils de M. Makhonine, si celui-ci le permettait.

Et M. Makhonine, qui avait sollicité lui-même, les ingénieurs civils, s'est dérobé.

Nous comprenons très bien qu'un inventeur dont les appareils ne sont pas au point, veuille les perfectionner avant de publier des résultats et de donner des explications. M. Makhonine a préféré faire publier des résultats extraordinaires sans donner d'explications, ni permettre le contrôle qu'il affectait de désirer vivement. Dans ces conditions, la Commission des Ingénieurs Civils de France (comme l'Office des Combustibles liquides) n'a pu qu'ajourner *sine die* cette affaire.

⁂

Il y avait à examiner aussi une autre invention très discutée : l'Iroline de M. Laurent, c'est-à-dire l'utilisation d'un véritable explosif dans les moteurs à explosion.

Nous devons reconnaître que l'attitude de M. Laurent est beaucoup plus simple que celle de M. Makhonine. Si M. Laurent n'a pu montrer un moteur au banc d'essai, il a offert un essai sur voiture. En présence de l'incertitude des chiffres de consommation par cheval-heure que l'on peut tirer d'un essai sur une route plus ou moins accidentée, la Commission a préféré attendre le moment où l'essai sur banc, pouvant avoir lieu, des chiffres indiscutables pourront être publiés après un contrôle sérieux. L'affaire en est là et bien que le procédé Laurent soit aussi un procédé « sensationnel », rien ne permet de suspecter la bonne foi de l'inventeur, rien non plus, ne permet de penser que l'invention soit excellente.

⁂

D'autres inventions, un peu moins surprenantes, devaient encore être examinées.

M. André Bourgeois, qui avait d'ailleurs donné des explications assez complètes au Congrès des Carburants synthétiques de Bue, n'a pu encore faire visiter l'usine semi-industrielle qu'il installe actuellement aux environs de Paris.

M. Prudhomme, non plus, n'a pas été en mesure de faire contrôler ses résultats par la Commission des ingénieurs civils de France.

⁂

La Société Luxembourgeoise qui exploite les procédés d'hydrogénation Bergius, a dû également remettre à une date ultérieure, l'invitation qu'elle se proposait d'adresser à la Commission. Le traitement Bergius ne paraît pas encore être entré dans la phase industrielle, laquelle paraît exiger une mise de fonds considérable.

⁂

Les résultats obtenus par la Commission des Carburants synthétiques de remplacement seraient donc surtout négatifs si cette commission n'avait pu entendre une remarquable communication de M. Henny qui est venu tout exprès d'Angleterre pour exposer un procédé de craking industriel, sur lequel nous n'insisterons pas cependant ; ce procédé n'ayant pas été l'objet de vérifications par les membres de la Commission.

Au contraire, une visite aux mines de Béthune, a permis de se rendre compte de l'état d'avancement des recherches que poursuit la Société des mines de Béthune en vue de transformer l'éthylène des gaz de fours à coke en alcool éthylique. Ces recherches, qui sont conjuguées avec la fabrication de l'Ammoniaque synthétique, ont déjà donné des résultats extrêmement intéressants.

Il y a là un espoir. Peut-être les alcools industriels ne seront-ils pas toujours des carburants chers ?

Nous savons d'ailleurs — mais cela n'a pas été examiné par la commission — que les agaves, par exemple, traitées à l'aide des procédés Boulard, fourniraient un carburant bon marché aux colonies ; que les matières cellulosiques, transformées par les procédés Meunier, peuvent fournir un alcool assez bon marché, en France, comme on est en train de le démontrer à la poudrerie de Sorgues.

M. Patart, Inspecteur général des Poudres, n'a-t-il pas, d'ailleurs, exposé, devant la commission, des procédés qui permettent d'obtenir par synthèse de l'alcool éthylique et des hydrocarbures. Il ne s'agit, jusqu'à présent, que de préparations dans les laboratoires mais les calculs très sérieux de M. Patart permettent de prévoir, pour les prix de revient industriels, un ordre de grandeur acceptable.

Ces procédés paraissent plus recommandables que ceux que M. Mailhe a indiqués pour la transformation des huiles coloniales en carburants, non que les travaux de M. Mailhe ne soient d'admirables recherches scientifiques auxquelles il faut rendre hommage. M. Mailhe est arrivé, en effet, à obtenir, en partant d'oléagineux, des carburants avec de bons rendements quantitatifs, mais il semble qu'il y a beaucoup plus de profit industriel à tirer des huiles en ne les détournant pas de leurs applications usuelles : il y a encore beaucoup de pays, par exemple, comme la Chine, où la consommation du savon est insignifiante. Or, la fabrication du savon est plus rémunératrice que la fabrication des carburants.

Les moteurs n'ont pas besoin seulement de carburants mais aussi d'huiles de graissage et les deux problèmes sont liés dans l'organisation économique de notre pays. Or, actuellement, l'huile est plus rare et plus précieuse encore que le carburant : il suffit de comparer les prix de vente respectifs pour être convaincu.

Le moyen le plus commode d'employer les huiles pour la force motrice, c'est encore de les brûler dans les moteurs semi-Diesel, super-Diesel ou Diesel. De cette façon, on pourrait tenir compte, en effet, de l'appoint que pourraient fournir les huiles coloniales végétales.

⁂

La Commission a encore examiné avec intérêt les renseignements que M. Muraour a rapportés de sa mission en Allemagne ; elle a ouvert, avec les laboratoires étrangers des relations qui seront certainement utiles ; elle déplore l'abstention de certaines Sociétés françaises de recherches ; elle regrette enfin que les inventeurs ne soient pas plus empressés à se confier à son contrôle sérieux, mais bienveillant.

Nous ne saurions trop engager pourtant toutes les personnes qui s'intéressent par leurs recherches, à l'angoissante question des carburants synthétiques de remplacement, à s'adresser à une Commission tirée d'un milieu industriel de premier ordre et qui s'est assuré le concours de savants et de techniciens susceptibles d'exercer un contrôle indiscutable. Ainsi, les inventeurs, ayant acquis la preuve éclatante de l'intérêt de leurs recherches, trouveraient plus facilement les capitaux nécessaires à la mise en œuvre de leurs inventions ; d'autre part, les porteurs de capitaux trouveraient, pour leurs disponibilités, des placements rémunérateurs, en ayant, en outre, la satisfaction de contribuer à une œuvre utile au pays.

Edmond MARCOTTE.

Digitized by Google

Agronomie

La traite mécanique des vaches. — De nouvelles expériences ont été faites en Seine-et-Oise par l'Office agricole départemental avec le concours de la Société Nationale d'encouragement à l'agriculture. A l'occasion de ces essais, M. Berthollet, directeur de l'école de Ciney (Belgique), a exposé les résultats pratiques de la traite mécanique en Belgique, et à Ciney en particulier, où six machines fonctionnent depuis plusieurs années.

A l'heure actuelle, en Belgique comme en France, le peu de personnel apte à traire les vaches est tellement exigeant et instable que l'on est forcé de renoncer à son emploi. On est donc obligé de recourir à la machine.

L'installation d'une machine à traire exige une dépense de 12 à 14.000 francs et les frais généraux élevés de son fonctionnement sont deux raisons qui obligent à ne l'adopter que pour un minimum de vingt bêtes laitières.

Pour traire 50 vaches à la machine il faut deux hommes, mais ces hommes n'ont pas d'apprentissage à faire. D'autre part un homme peut parvenir à assurer le fonctionnement de quatre machines.

Au point de vue de l'hygiène de la mamelle on peut dire qu'il n'y a aucune différence entre la traite mécanique et la traite à la main. On peut seulement signaler que le malaxage de la mamelle à la main avait une influence heureuse sur la production du lait, mais en pratique on n'observe pas de différence de production entre les deux modes de traite.

Les machines que l'on doit préférer sont celles qui donnent près de 42 pulsations à la minute. D'une façon générale les machines utilisées ont donné satisfaction.

Quant à la propreté du lait voici ce que dit M. Berthollet. Il rappelle les mesures de germes faites sur des laits : dans un lait trait à la main sans précautions spéciales, 12 millions de microbes par centimètre cube. Avec des précautions d'asepsie, traite à la main : 12 mille germes par cc. Avec la machine on a pu obtenir un lait ne contenant que 280 à 300 microbes par centimètre cube.

L. R.

Culture coloniale

Le caoutchouc en Indochine. — La production du caoutchouc est devenue une des plus importantes de l'Indochine, dit M. Carton dans une conférence faite aux Élèves de l'Institut National d'Agronomie Coloniale (*Agronomie Coloniale*, février 1925).

Voyons donc d'où vient et où va cette production de caoutchouc indochinoise.

En 1898, neuf tonnes de caoutchouc sont expédiées d'Indochine, ce caoutchouc provient de la saignée des arbres sauvages. En 1900, 339 tonnes. En 1913, 214 tonnes. Les premières plantations d'*Hevea* donnent quelques centaines de tonnes jusqu'en 1918 où l'exportation est de 531 tonnes.

A partir de 1919 la saignée des arbres des grandes plantations est commencée : 2.976 tonnes; 1920, 3.142 tonnes; 1922, 4.623 tonnes; 1923, 5.590 tonnes.

Des études avaient été faites depuis quelques années, d'où il était résulté que le climat de l'Indochine convient tout à fait à l'*Hevea brasiliensis*. Quant au sol, les terres rouges et les terres grises conviennent les unes et les autres à la culture de cette précieuse plante.

En 1923 on comptait 33.700 hectares en hévéas, couverts par 8.300.000 arbres dont 4.600.000 seulement sont déjà soumis à la saignée, ce qui ouvre un large horizon à l'augmentation de la production. Il faut ajouter 1.200 hectares au Cambodge et 690 en Annam.

La majeure partie des plantations est en Cochinchine, dans les provinces de l'Est. Elles ont été établies sur défrichement de forêts en général, sur un terrain que l'on maintient constamment nettoyé. L'espacement des arbres de 5 m. en tous sens (400 pieds à l'hectare) a été peu à peu augmenté. Aujourd'hui on se borne à une densité de 200 à 300 pieds à l'hectare; ceux-ci sont espacés souvent jusqu'à 10 m. Les grands arbres bien développés donnent en effet une production de latex par hectare qui est plus considérable.

La saignée de ces arbres est faite selon les indications données par deux expérimentateurs bien connus dans les milieux spécialisés : M. G. Vernet et M. E. Girard. Ils ont préconisé les saignées modérées et une méthode qui ménage l'écorce de l'arbre.

L'âge auquel on commence à saigner l'hévéa est 5 ans, mais quelquefois 6 ans et même 7 ou 8 ans. On pratique une saignée alternée un jour sur deux par exemple ou mieux un mois sur deux.

Une plantation donne environ 300 kilogs de caoutchouc par hectare, à l'âge de dix ans. On pense, et c'est l'opinion de M. Auguste Chevalier, que la production des arbres sera maxima vers 30 ou 40 ans. Les plantations ont donc un bel avenir devant elles.

L. R.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La séance publique annuelle aura lieu le 21 décembre. M. Maurice d'Ocagne est désigné pour faire une lecture au nom de l'Académie des Sciences à la séance publique des cinq Académies.

R. L.

ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (British Association)

Le Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des Sciences se tiendra du vendredi 26 août au vendredi 2 septembre, à Southampton, sous la présidence du professeur Horace Lamb, de l'Université de Manchester.

Le Comité local a pris dès maintenant les dispositions nécessaires pour faciliter le séjour des congressistes : l'University College a mis ses trois hôtels à la disposition de l'Association et les Compagnies de chemins de fer consentent de notables réductions en faveur des membres du Congrès.

Il serait à désirer que les Compagnies françaises imitent en cela ce qui se fait en Angleterre.

Des locaux appropriés sont prévus pour les différentes sections : Géologie, Mathématique, Physique, Chimie, Agriculture, Génie Civil, Anthropologie, Zoologie, Géographie, Physiologie, Botanique.

Plusieurs garden party auront lieu à l'occasion du Congrès, et des excursions seront organisées afin que les congressistes visitent le vieux Southampton, les Docks, New Forest, Stonehenge et tous les environs immédiats qui présentent le plus grand intérêt. La liste complète des excursions et

Digitized by Google

visites sera communiquée plus tard et on pourra se procurer des tickets pour chacune d'elles dans la salle de réception pendant la semaine du Congrès.

Nous rappelons que le Congrès de l'Association française pour l'avancement a lieu, cette année, à Grenoble, sous la présidence de M. Borel, membre de l'Académie des Sciences, professeur à la Sorbonne, ministre de la Marine.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — La cité universitaire Emile et Louise Deutsch de la Meurthe, construite près du parc Montsouris par l'architecte Bechmann, a été inaugurée le 9 juillet par le président de la République. M. Henri Goldet, au nom de la famille Deutsch, a remis la cité à l'Université et M. le recteur Appell a évoqué la mémoire du généreux donateur. Dès la rentrée, les locaux recevront 350 étudiants. Les cités universitaires du Canada et de la Belgique sont en construction : les Etats-Unis d'Amérique et plusieurs autres pays ont demandé la concession de terrain dans le voisinage pour l'édification de bâtiments destinés à leurs étudiants. On prévoit avant cinq ans une population studiantine d'environ cinq mille habitants. Le quartier latin sera ressuscité.

Faculté des Sciences. — Une somme de 600.000 francs est inscrite au Budget de 1925 pour l'achèvement et l'aménagement de l'Institut du Radium et du laboratoire de Chimie physique de la rue Pierre Curie qui doit être inauguré prochainement.

Collège de France. — Le Dr Serge Voronoff, directeur du laboratoire de chirurgie expérimentale, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Nous avons annoncé, dans le numéro du 27 juin dernier, l'incendie du laboratoire de botanique coloniale créé par M. Auguste Chevalier. Les Sociétés savantes intéressées se sont émues de ce désastre et un appel de fonds va être adressé sous les auspices de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à tous ceux qui s'intéressent au développement de nos colonies. Cet appel sera certainement entendu et on peut dès maintenant adresser les souscriptions à M. le docteur Rivet, secrétaire du Conseil de l'A. F. A. S., 28, rue Serpente, Paris, 6e.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — L'Académie a présenté pour les chaires vacantes les listes suivantes de candidats :

Chauffage industriel et verrerie :

M. Emilio Damour, M. Paul Frion.

Céramique, chaux et ciments :

M. Albert Granger, M. Paul Frion.

Ecole des Ponts et Chaussées. — La chaire de Procédés généraux de construction est déclarée vacante (1er juillet).

Institut national agronomique. — 96 candidats ont été admis, dont une jeune fille, Mlle d'Annam. Le major est M. Widmann.

Écoles d'agriculture. — Des concours auront lieu :

Le 5 octobre pour le poste de chef de travaux de zootechnie à l'Ecole de Rennes.

Le 8 octobre, pour celui de chef de travaux de technologie agricole à l'Ecole de Rennes.

Les 5 et 6 octobre pour le poste de chef de travaux et zootechnie à l'Ecole de Grignon.

Université de Strasbourg. — Une somme de 500.000 francs prise sur le budget de l'enseignement technique est attribuée à la section électrotechnique de l'école nationale d'Alsace et de Lorraine.

Université de Bordeaux. — M. Richon, agrégé, est nommé à la chaire d'électroradiologie ; M. Sigalas, professeur, est nommé à la chaire de physique médicale et pharmaceutique.

Université de Toulouse. — Une chaire d'otorhinolaryngologie vient d'être créée (Fondation de l'Université, 25 juin). M. Escat, agrégé, est appelé à cette chaire.

Muséum d'histoire naturelle de Lyon. — M. Gaillard, directeur, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Fédération universitaire internationale. — A partir du 13 juillet, jusqu'au milieu de septembre, une série de leçons seront faites à Genève sous le patronage de la Société des Nations et sous la direction du Dr Zimmern.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 juin 1925

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *J. Haag* (prés. par M. E. Borel). — **Sur certaines probabilités asymptotiques.** — *V. Romanovsky* (prés. par M. E. Borel). — **Sur certaines espérances mathématiques et sur l'erreur moyenne du coefficient de corrélation.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Valiron* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les fonctions méromorphes qui sont exceptionnelles relativement au théorème de M. Julia.**

ASTRONOMIE. — *G. Bigourdan.* — **Sur les erreurs systématiques qui peuvent affecter les** *corrections de pendule* **employées au B. I. H.**

Comme suite à une précédente communication (1), l'auteur montre que les différences qui atteignent ou dépassent le double de l'écart moyen, — soit 0s,03 —, semblent affectées d'une erreur anormale. Il est conduit à considérer les nombres relatifs à chaque observateur, instrument et lieu d'observation, ainsi que les moyennes annuelles, en tenant compte ou non du poids des observations.

— *P. Choffardet* (prés. par M. Baillaud). — **Observations de la comète Tempel II (1925 d, Stobbe), faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé de 0 m. 33 d'ouverture.**

Le 19 juin, la comète apparaît de 12e grandeur, sous la forme d'une nébulosité ronde, ayant au plus 30" de diamètre, avec un petit noyau central assez brillant.

— *G. Rougier.* — **Observations de la comète Tempel II (1925 d) faites à l'équatorial de 0 m. 49 de l'Observatoire de Strasbourg.**

La comète présente un noyau de magnitude 11,5, entouré d'une nébulosité dissymétrique d'environ 2'. Cette nébulosité était à peine perceptible dans la soirée du 16.

MÉCANIQUE DE L'AVIATION. — *E. Huguenard, A. Magnan et A. Planiol* (prés. par. M. Rateau). — **Sur une méthode d'étude des efforts d'inertie résultant des manœuvres de pilotage des avions.**

L'indicateur d'efforts d'ailes dont les auteurs ont entre-

(1) Voir *Revue Scientifique*, 1925, n° 10, p. 316.

Digitized by Google

tenu l'Académie en 1924 n'a pu encore être expérimenté sur un avion à moteur. A défaut, ils ont utilisé un accélérographe dont le montage est immédiat. L'examen des tracés montre qu'au cours d'une expérience exécutée de façon très prudente, la voilure supportait un effort égal à cinq fois et demie le poids de l'avion et l'accélération atteignait six fois et demie celle de la pesanteur. Les efforts enregistrés ne représentent d'ailleurs pas les maxima pouvant se trouver réalisés.

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Lafay* (prés. par M. Hamy). — **Sur les déviations de la poussée du vent sur un cylindre, produites par une lame d'air jaillissant tangentiellement à la surface de ce corps.**

Cette poussée éprouve des déviations dont la grandeur et le sens varient avec la position et la vitesse de la lame. On retrouve un *effet d'inversion* déjà signalé par l'auteur dans la poussée exercée par le vent sur un cylindre bien lisse animé d'un mouvement de rotation de vitesse variable.

PHYSIQUE CÉLESTE. — *F. Zerner* (prés. par M. E. Borel). — **L'entraînement de l'éther et l'aberration des étoiles.**

L'hypothèse de l'entraînement en bloc de l'éther est incompatible avec l'aberration des étoiles, mais il n'en est pas de même de l'entraînement progressif. La gravitation devant jouer un rôle capital dans le phénomène, il se pourrait que l'éther, non entraîné par la rotation de la Terre ou de Jupiter, le soit par celle du Soleil. L'examen des plaques photographiques prises par MM. Campbell et Turmer pendant l'éclipse du 21 septembre 1922 semblerait confirmer cette hypothèse, dont la vérification nécessiterait néanmoins de nombreuses observations.

CALORIMÉTRIE. — Mlle *Bérenger et A. Tian* (prés. par M. J. Perrin). — **Chaleurs de dissolution et chaleurs de réactions incomplètes.**

Dans la thermochimie des réactions complètes, la mesure des quantités de chaleur mises en jeu ne comporte aucune difficulté. Il en est de même pour une réaction incomplète susceptible d'être étudiée en solution étendue ; mais le problème est tout autre si la réaction incomplète doit être réalisée en milieu non dilué, cas qui se présente en chimie organique. Les auteurs montrent que des mesures approchées sont cependant possibles dans deux cas qui, en fait, se présentent fréquemment : 1° La réaction est purement catalytique, le catalyseur n'étant pas en solution concentrée (il peut être insoluble) ; 2° La réaction est très lente ; dans ce cas, on utilise un microcalorimètre à compensation par effet Peltier.

ÉLECTRICITÉ. — *C. Gutton et E. Pierret* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur les harmoniques d'oscillateurs à ondes très courtes.**

Les oscillateurs à lampes n'ont pas permis jusqu'ici d'obtenir des longueurs d'onde inférieures à 1 m. 20. D'autres procédés ont donné des ondes plus courtes, mais ne mettant en jeu que de très faibles puissances. En étudiant et isolant les harmoniques des oscillateurs à très haute fréquence, on a pu descendre à la longueur d'onde de 35 cm.

MAGNÉTISME. — *G. Foex et L. Royer* (prés. par M. A. Cotton). — **Le diamagnétisme des substances nématiques.**

Les auteurs ont mesuré le coefficient d'aimantation du para-azoxyanisol et de l'anisaldazine à différentes températures. La phase solide, à l'état de poudre fine, possède un coefficient indépendant de la température. Au moment du passage à l'état nématique, le coefficient varie d'une façon discontinue : on observe une diminution qui paraît résulter de l'orientation des molécules par le champ magnétique. Le coefficient est variable avec la température dans la phase nématique, et constant à l'état liquide ; il a une valeur différente à chaque retour à l'état solide.

OPTIQUE. — *A. Dufour* (prés. par M. Villard). — **Sur le calcul classique de l'expérience de Michelson dans l'hypothèse d'un éther immobile.**

Ce calcul est basé sur une approximation incorrecte. En réalité, les variations du phénomène lumineux résultant ne font intervenir qu'un terme du quatrième ordre par rapport au quotient $\frac{v}{c}$, trop faible pour pouvoir être constaté expérimentalement. Le résultat négatif de l'expérience de Michelson ne constitue pas une objection à la conception d'un éther immobile.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Mlle J. Liquier* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la variation du pouvoir rotatoire des solutions d'asparagine en fonction de leur concentration en ions hydrogène.**

Comme pour la nicotine, la dispersion, normale pour les P_H extrêmes, est anormale pour un P_H intermédiaire, ici égal à 3. La rotation est la même pour un même P_H quel que soit l'acide, ce qui manifeste la liaison étroite qui existe, pour les solutions étudiées, entre la dissociation électrolytique et le pouvoir rotatoire. Celui-ci peut être exprimé quantitativement en fonction de la concentration en ions hydrogènes et des constantes de dissociation de l'asparagine.

PHYSIQUE. — *Th. Vautier.* — **Ondes secondaires produites par une onde aérienne.**

La méthode réfractométrique employée par l'auteur met en évidence l'influence de la propagation sur la déformation de l'onde et celle de la forme de l'onde sur sa vitesse de propagation. L'onde principale se propageant dans une conduite est influencée par les ouvrages qu'elle traverse : il se produit des ondes secondaires, qui sont de véritables échos, et les tracés obtenus permettent de situer rigoureusement, sur le profil en long de la conduite, les endroits où ils se sont formés ; ceux-ci sont précisément les emplacements occupés par les ouvrages, tels qu'un manchon, des vannes de décharge, une ventouse, etc.

MINÉRALOGIE. — *R. Weil* (prés. par M. P. Termier). — **Étude microscopique de la transformation α β de la cristobalite naturelle.**

Cette étude a porté sur des cristobalites de diverses provenances, en utilisant le four électrique à résistance pour microscope construit par Friedel et Roger, avec des cristaux ou, lorsque c'est possible, des lames minces à faces parallèles, en lumière polarisée. Sous le microscope, on voit que l'extinction se fait en chaque point d'un même cristal à une température bien déterminée et d'une manière brusque, en formant des zones qu'il est facile de dessiner et qui apparaissent en sens inverse au refroidissement, avec un retard de 15° à 20°. L'extinction complète d'un cristal exige un certain intervalle de température, plus ou moins étendu suivant l'origine de la cristobalite.

CRISTALLOGRAPHIE. — *P. Sève* (prés. par M. A. Cotton). — **Dispositif pour mesurer les constantes optiques des cristaux dans l'ultra-violet.**

On produit entre charbons un arc dont le spectre continu s'étend jusque vers 0 μ 24. La lumière condensée par des lentilles de quartz traverse successivement un polariseur de Foucault, la lame cristalline à étudier, un analyseur et une lentille achromatique quartz-spath ; elle tombe finalement sur la fente d'un spectrographe à lentilles achromatiques quartz-fluorine et à prismes de quartz. Ce dispositif se prête à des mesures variées. La calamine, la cérusite et le sel de Seignette ont été ainsi étudiés.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *MM. Ch. Maurain, E. Salles et G. Gibault* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Sur la conductibilité et les courants électriques de l'atmosphère.**

Le champ électrique de l'atmosphère est enregistré de

Digitized by Google

façon continuelle à la station du Val-Joyeux depuis le 1er mars 1923 ; l'installation a été doublée en 1924. Pour les deux premières années d'observations, la moyenne générale de la valeur du champ ressort à 94,3 volts par mètre.

Les mesures de conductibilité commencées en 1913 sont faites régulièrement depuis le 1er janvier 1924. La conductibilité est plus grande en été qu'en hiver, ce qui est l'inverse de ce qui se produit pour le champ électrique et, d'une façon générale, ces deux éléments ont tendance à varier en sens inverse.

Le rapport des conductibilités positive et négative, généralement supérieur à 1, a une valeur moyenne de 1,12. Ce fait montre que les ions + sont en nombre notablement plus grand que les ions —.

Les données précédentes permettent de calculer l'intensité du courant électrique dû au transport des ions ; celui-ci est généralement vertical et dirigé vers le bas : sa moyenne générale est, pour 1924, 4,7.10-7 par cm², soit environ un ampère pour toute la France. Ce débit perpendiculaire au sol est beaucoup plus faible que les évaluations auxquelles conduit l'étude du champ magnétique terrestre.

D'une manière générale, la visibilité est d'autant meilleure que la conductibilité est plus grande.

O. D.

CHIMIE MATHÉMATIQUE. — *Th. de Donder* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Calcul de l'affinité spécifique.**

Dans cette nouvelle note, la formule donnée permet de trouver l'affinité d'un système, si on connaît l'énergie libre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Barbaudy* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les points d'ébullition des mélanges d'eau, de benzine et d'alcool éthylique sous la pression de 760 mm.**

On sait que la déshydratation de l'alcool, par distillation du mélange précédent, permet aujourd'hui d'obtenir plus de 1.000 hectolitres d'alcool absolu par jour. On a fait l'étude complète de cet équilibre. Les résultats sont présentés à l'aide du diagramme triangulaire, représentant la surface d'ébullition. On a retrouvé le minimum d'ébullition de Young (64°8) avec un thermomètre Baudin au centième.

— *P. Chevenard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Anomalie dilatométrique des solutions solides de cuivre et d'aluminium.**

Cette anomalie observée à 265° ne correspond pas à un changement de phase, elle est plutôt comparable à celle des substances ferromagnétiques, mais alors que le point de Curie de ces substances varie avec la composition, la température de l'anomalie est presque indépendante de celle-ci.

— *Batuecas* (prés. par M. D. Berthelot). — **Revision du poids du litre normal du gaz chlorure de méthyle.**

Comme pour l'oxyde de méthyle, la même technique a été utilisée. Le gaz a été préparé par deux procédés : Cl^3P sur CH^3OH ; décomposition du $Cl\,N\,(CH^3)_4$ par la chaleur. On trouve le chiffre 2,3084, alors que M. Baume trouvait 2,3045.

— *P. Job* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude spectrographique de la formation de complexes mercuriques.**

L'auteur a montré que le maximum d'absorption correspond à une composition qui est celle du complexe, en particulier, avec le complexe iodocadmique. Alors que la méthode ne permet pas d'étudier les complexes mercuriques chlorés, elle montre la formation du complexe tétrabromomercurique avec détermination des constantes de la loi d'action de masse.

— *Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'association des polyphénols.**

L'étude quantitative par ébullioscopie de l'équilibre entre molécules simples et molécules associées, met en évidence que pour tous les polyphénols (phloroglucine exceptée l'équilibre se présente entre molécules simples et molécules doubles aux basses concentrations, alors qu'interviennent les molécules triples aux concentrations élevées. La présence de deux groupements en ortho augmente la polymérisation.

— *J. Bardet et C. Toussaint* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la séparation du celtium et sur le spectre d'arc de cet élément.**

La solution sulfurique des sulfates de zirconium et de celtium est traitée par une quantité d'une solution de PO^4H^3, tout juste suffisante pour ne précipiter que le cinquième à l'état de phosphates ; la différence de solubilité de ceux-ci permet une précipitation fractionnée. Après sept séries de précipitation, si on est parti d'un produit de 2 ou 3 % de celtium, on arrive à une teneur à 90 %. Le spectre d'arc a mis en évidence des raies non encore signalées.

PHOTOCHIMIE. — *P. Auger* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'étude expérimentale des directions d'émission des photo-électrons.**

Les résultats expérimentaux, déjà examinés par l'auteur, l'ont conduit à des hypothèses et à des formules sur le départ des photo-électrons. Des graphiques viennent montrer l'accord entre l'expérience et l'hypothèse.

MÉTALLURGIE. — *Delbart* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Étude de la corrosion dans l'acide sulfurique à diverses concentrations des aciers étirés à froid.**

Les essais, effectués avec l'acide à 2 %, 98 % et enfin avec l'oléum, mettent en évidence un minimum d'attaque par l'acide étendu, lorsque l'acier a été recuit à 700°, alors que l'attaque est trois fois plus grande dans le cas de l'acier à l'état écroui. On observe le contraire dans le cas de l'oleum

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard et R. Escourrou.* — **Hydrogénation catalytique des nitriles sous pression réduite. Méthode de synthèse des aldimines.**

Cette hydrogénation dans le vide atténue l'activité et permet avec les nitriles de s'arrêter à l'imine sans arriver à l'amine

$$RC \equiv N \rightarrow RCH = NH$$

Avec le benzonitrile et le Ni à 175°, à la pression de 10 mm., on prépare la benzaldimine.

Avec le nitrile extranucléaire et le cyanure de benzyle, on obtient la phényléthanaldimine

$$C^5H^6\,CH^2—CH=NH,$$

liquide bouillant à 212°-214°.

— *J. Bougault.* — **Sur l'amide phényl-α-oxycrotonique. Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone.**

Après avoir montré que cet amide, traitée par la soude, ne donne pas l'amide benzyl pyruvique, l'auteur établit la formation d'un acide amidé qui contient une fonction éther-oxyde d'hydrate de cétone, dont les réactions et les produits qui en dérivent étaient encore inconnus.

— *Ch. Dufraisse et H. Moureu* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur le phénylbenzylglyoxal.**

Cette dicétone, obtenue au cours d'une précédente recherche est dimorphe ; la forme stable fond à 90°. Elle donne naissance à de nombreux dérivés métalliques bien cristallisés. Ainsi, avec Cl^3Sb en présence d'alcool, on obtient un précipité cristallin jaune d'or. L'hydroxylamine engendre un isomère de la monoxime. Par la chaleur, cet isomère cristallisé se transforme en un isomère liquide, donnant les mêmes dérivés métalliques ; ceux-ci régénèrent le produit cristallisé par l'action d'un acide.

$C^6H^5—CO—CO—CH^2—C^6H^5$ peut prendre la forme énolique : $C^6H^5—CO—COH=CH—C^6H^5$.

Il conviendrait de produire l'isomère stéréochimique.

A. Rigaut.

Digitized by Google

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau.* — **Sur la Naturalisation en France d'une Floridée australasienne** (*Asparagopsis armata* **Harv.) et sur ses ioduques.**

Cette Algue, nouvelle pour la France, a été rencontrée sur les rochers littoraux de Guéthary. L'examen sous le microscope montre le siège de la réserve iodée. Dans certaines cellules est une masse sphérique d'un brun foncé, compacte, finement granuleuse, entourée d'une couronne incolore, aussi nettement limitée qu'une membrane ; celle-ci est une vacuole, appuyée contre le protoplasme périphérique, où le globule brun est plongé sans en occuper toute la cavité ; l'auteur appelle le tout un *ioduque*.

GÉOLOGIE. — *L. Cayeux* (prés. par M. H. Douvillé). — **Existence de Diatomées dans les meulières des environs de Paris. Origine organique de la silice des meulières.**

Les boues des lacs de Brie et de Beauce, très inégalement chargées de Diatomées et de calcaire suivant les points, ont été leur propre source de silice au moment de la formation des meulières, et le problème, dit l'auteur, se trouve singulièrement simplifié, tout en revêtant une grande analogie avec celui des silex de la craie. De part et d'autre, la silice se réclame d'une origine organique.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Rutacées. Développement de l'embryon chez le** *Ruta graveoleus*.

C'est à l'embryon des Renonculacées que semble se rattacher le plus naturellement celui du *Ruta graveoleus*. Les quatre éléments de la tétrade proembryonnaire présentent dans les deux cas, d'une manière tout à fait générale, une disposition et des destinées identiques. Néanmoins, quelques différences apparaissent au cours du développement : les plus importantes résident dans l'inconstance des règles qui président aux premières segmentations, dans la disposition verticale des quadrants et dans l'organisation, bien plus nette, des tissus embryonnaires à l'extrémité radiculaire.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Ad. Davy de Virville* (prés. par M. Molliard). — **Action de la lumière sur les Mousses.**

La lumière modifie beaucoup le port, la taille, la couleur, la forme et la structure des Mousses. Avec l'atténuation et surtout la suppression de l'éclairement, on voit disparaître progressivement les caractères distinctifs dont plusieurs espèces tirent leurs noms spécifiques. L'*Hypnum cuspidatum* n'est plus pointu ; l'*Hypnum squarrosum* n'est plus squarreux ; le *Thyidium tamariscinum* ne ressemble plus à un tamaris en miniature ; le *Mnium undulatum* n'a plus de feuilles ondulées ; le *Rhacomitrium lanuginosum*, ayant perdu ses poils, n'est plus laineux.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Mlle France Gueylard* et *P. Portier* (prés. par M. L. Joubin). — **Réaction ionique des différents constituants de l'œuf de la Poule. Ses modifications au cours de l'incubation.**

Pendant les premiers jours de l'incubation, il y a une différence très marquée entre le blanc, qui présente une réaction ionique très alcaline et le jaune qui a, au contraire, une réaction nettement acide. Dans la suite du développement, les réactions de ces deux constituants convergent vers la neutralité qu'elles semblent atteindre vers le dixième jour. Vers le dix-septième jour, le jaune redevient acide.

Le mélange des liquides amniotique et allantoïdien reste constamment dans une zone voisine de la neutralité ou même d'une faible acidité.

Les tissus de l'embryon sont presque toujours nettement acide.

A la fin de l'incubation, le sang est sensiblement plus alcalin que celui de l'oiseau après l'éclosion.

HISTOLOGIE. — *J. Nageotte* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la morphologie du muscle strié en état de contracture chloroformique chez la grenouille.**

Dans la contracture chloroformique, on peut observer toutes les images élémentaires des segments myofibrillaires qui répondent aux divers taux de raccourcissement dans le tétanos faradique. Mais ce qui caractérise cette contracture, c'est l'apparition très précoce de bandes de « contraction extrême ». Dans les dernières phases, la contraction extrême chloroformique se distingue par des caractères importants : les bandes de contraction, généralement hautes, se rapprochent de plus en plus et finissent par se toucher presque.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Kayser* et *H. Delaval* (prés. par M. Lindet). — **Contribution à la défécation du moût de pommes.**

Les auteurs ont voulu voir si le manque de coagulase dans le moût de pommes ne pouvait être suppléé par les diastases contenues dans l'extrait d'orge crue ou germée. Ils ont constaté que l'emploi de ces extraits, en infime quantité, à l'*état concentré* pourra rendre des services dans la défécation du moût de pommes ; elle suffit pour provoquer la coagulation, apporte en outre de l'azote aux levures, enrichit les lies et les écumes en azote, augmente leur valeur à différents égards, sans occasionner un changement de goût.

— *Maurice Nicloux* et *Jean Roche* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur la teneur en oxygène de la méthémoglobine.**

Les réactifs les plus divers transforment l'oxyhémoglobine en méthémoglobine et l'on admet généralement que ce dernier pigment renferme autant d'oxygène que l'oxyhémoglobine, mais combiné différemment. Les auteurs établissent que la méthémoglobine renferme la moitié de l'oxygène de l'oxyhémoglobine.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* (prés. par M. Roux). — **Action curative de l'acétyloxyaminophénylarsinate basique de bismuth dans la syphilis expérimentale.**

Le dérivé arséno-bismuthique, à l'état de floculat en suspension aqueuse, exerce une action curative dans la syphilis expérimentale, à la dose d'un milligramme et demi Bi-métal par kilogramme de poids vif. En suspension huileuse, il agit curativement dans la syphilis expérimentale à la dose de 0 gr. 041 de Bi-métal par kilogramme de poids vif.

Les expériences de l'auteur sur le Nagana de la souris et la spirillose des poules prouvent que le même dérivé agit préventivement et curativement dans ces infections.

MÉDECINE. — *L. Fournier* et *A. Schwartz* (prés. par M. Roux). — **Action curative de l'acétyloxyaminophénylarsinate basique de bismuth dans la syphilis.**

L'acétyloxyaminophénylarsinate basique de bismuth est parfaitement toléré et ne présente pas les inconvénients ordinaires du traitement bismuthique. L'influence favorable sur l'état général a été des plus nettes.

L'action sur le tréponème et les accidents syphilitiques est aussi rapide qu'avec les meilleures préparations antisyphilitiques. Plusieurs mois après une seule cure de douze injections, les lésions n'ont pas récidivé.

L'action sur la réaction de fixation et sur la floculation est des plus nettes ; la réaction négative peut être obtenue après une seule série de douze injections.

P. GUÉRIN.

Séance du 29 juin 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R.-H. Germay.* — **Sur les intégrales périodiques infiniment voisines des équations aux dérivées partielles du premier ordre.**

— *Armand Cahen* (prés. par M. P. Appell). — **Sur les fractions continues attachées à des opérations à une unité près par excès ou par défaut.**

Digitized by Google

— *Léon Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur la détermination des intégrales d'équations différentielles par des conditions initiales générales.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J.-L. Walsh* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la position des racines des fonctions entières de genre zéro et un.**

— *D. Menchoff* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la sommation des séries de fonctions orthogonales.**

ASTRONOMIE. — *G. Fayet et A. Schaumasse* (prés. par M. B. Baillaud). — **Sur le prochain retour de la comète périodique Borrelly (1905 II-1911 VIII-1918).**

Cette comète a été découverte par M. Borrelly le 28 décembre 1904. M. Fayet, qui en a déterminé les éléments, l'a retrouvée en 1918 à Nice. M. Schaumasse l'a également étudiée. Il ne semble pas, d'après les résultats des calculs, que cette comète puisse être recherchée utilement sous nos latitudes avant la fin de juillet.

— *M. G. Bigourdan.* — **Sur les influences topographiques qui affectent les Corrections de pendule employées au B. I. H.**

Ces influences paraissent faibles, sinon très faibles, car en deux stations très voisines elles sont de signe contraire. Pour les mettre en évidence, il faudrait établir un roulement entre divers observateurs qui, dans une même série d'observations, passeraient successivement aux stations à comparer, supposées munies, autant que possible, d'instruments identiques.

MÉCANIQUE. — *L. Bréguet* (prés. par M. Rateau). — **Sur le rendement des appareils récepteurs de l'énergie du vent.**

La théorie présentée analyse les actions aérodynamiques sur les éléments des pales d'un moulin à axe horizontal. L'auteur a déjà montré que les qualités des ailes sont grandement affectées par leur nombre en raison de leurs interactions mutuelles. Il conclut que les vieux moulins à vent de nos campagnes, qualifiés de type hollandais, bien construits et à bons profils, doivent l'emporter sur les moulins dits américains, tant au point de vue du rendement qu'à celui du prix de revient.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *André Planiol* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur le calcul du rendement et du bilan thermique des moteurs à explosions.**

Le mode de calcul usuel du rendement du cycle doit être abandonné; une interprétation correcte des données expérimentales permet à l'auteur d'obtenir avec précision, non seulement le rendement thermique du moteur, mais encore son bilan thermique. Il suffit pour cela de calculer l'échange de chaleur entre le fluide évoluant et les parois du cylindre.

AÉRODYNAMIQUE. — *G. Bouligand* (prés. par M. Appell). — **Une méthode approchée pour étudier le mouvement de certains anneaux tourbillonnaires.**

L'auteur ramène la question à l'emploi de méthodes analogues à celles usitées en balistique extérieure. Pour le début du mouvement, il établit des relations qui infirment les conclusions auxquelles était arrivé M. Ball, mais, par contre, confirment les résultats de M. Ch. Sadron.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *A. Marcelin* (prés. par M. J. Perrin). — **Les solutions superficielles et la loi de Gay-Lussac.**

L'étude de solutions de benzoate de benzyle et d'acide oléique amène à cette conclusion que la constante K qui intervient dans la formule $pS = KT$ pour exprimer que les solutions superficielles obéissent aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac, diffère, dans une forte proportion, variable avec le corps étudié et certainement caractéristique de ce dernier (et probablement du support), de la constante universelle R des gaz et des solutions. On doit toutefois remarquer que les molécules des solutions superficielles sont à demi dissoutes et certainement polarisées sur la surface de l'eau.

— *R. Delaplace* (prés. par M. J. Perrin). — **Extension de la loi de Gay-Lussac aux solutions superficielles.**

La vérification de la loi de Gay-Lussac sur les solutions superficielles d'acide oléique ayant donné lieu à de grandes difficultés dues à l'altérabilité de l'acide, l'étude a porté sur le benzoate de benzyle. La constante K a été trouvée environ 60 fois plus faible que la constante R des gaz. Incidemment, la loi analogue à celle de Mariotte a été vérifiée.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Riety* (prés. par M. A. Cotton). — **Force électromotrice de filtration.**

La méthode de mesure indiquée antérieurement a été appliquée à de nombreux sels de fer. Sauf pour le lactate, les sels dont les solutions transportent de l'électricité négative lors de l'écoulement dans un tube de verre sont des sels d'acides monoacides; au contraire, les solutions des sels d'acides di ou triacides transportent de l'électricité positive.

Les résultats expérimentaux sont d'accord avec les règles données par M. Perrin pour trouver le signe de la charge électrique d'une paroi non métallique au contact d'une solution d'électrolyte.

Le chlorure et le cyanure mercuriques, qui résistent à l'hydrolyse, transportent toujours de l'électricité positive. Les forces électromotrices obtenues avec ces sels sont notablement plus grandes que celles données par les autres sels étudiés.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *E. Delcambre et R. Bureau* (prés. par M. R. Bourgeois). — **Sur la propagation des ondes courtes.**

La propagation des ondes courtes émises par un poste de 500 watts installé à bord du *Jacques-Cartier*, au cours de trois campagnes météorologiques sur l'Atlantique et le Pacifique oriental, a amené à constater diverses particularités ou variations de divers ordres : diurnes, avec la distance, géographiques, enfin accidentelles.

Pour adapter aux résultats expérimentaux ci-dessus les formules en usage pour les ondes longues, on pourrait employer une formule empirique qui permettrait de définir l'amplitude des variations accidentelles par comparaison avec les nombres qu'elle fournirait. Plusieurs années d'observations seraient sans doute nécessaires.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.**

L'auteur rappelle les idées qu'il a antérieurement émises sur la répartition des bandes d'un même spectre; pour la vapeur d'eau, dont l'importance est primordiale, il donne un tableau plus complet des bandes d'absorption mesurées. Ce tableau montre leurs divisions en séries conformes à la loi indiquée et fait ressortir une propriété nouvelle qui les rattache étroitement à la fréquence élémentaire 1062,5.

Il estime que dans l'état actuel des choses, il importe plus d'accumuler les faits et les mesures que de rechercher une explication générale, qui semble prématurée.

— *A. Pérot et M. Collinet* (prés. par M. H. Deslandres). — **Variation de la longueur d'onde des raies d'absorption de l'iode avec la densité.**

La mesure de la variation a été faite par la méthode interférentielle sous une forme différente de celles utilisées jusqu'ici. L'iode était contenu dans des tubes clos, vides d'air, chauffés à 180° par une étuve électrique. Pour les raies étudiées, la longueur d'onde croît avec la densité de la vapeur sèche. Le même résultat a été obtenu en vaporisant l'iode dans des tubes en communication avec l'atmosphère, la pression totale étant alors la pression atmosphérique. Seule, la densité de vapeur semble intervenir.

Digitized by Google

PHYSIQUE. — *Pierre Daure* (prés. par M. A. Cotton). — **Détermination du nombre d'Avogadro au moyen de la lumière diffusée par le chlorure d'éthyle.**

On a mesuré directement le rapport R entre l'intensité lumineuse I diffusée normalement au faisceau primaire pour 1 cm³ du gaz et son éclairement E. Cette valeur de R peut également être déduite des formules théoriques de Rayleigh ou d'Einstein, qui toutes deux contiennent le nombre d'Avogadro N. L'auteur a ainsi trouvé : $N=(6,5\pm0,65)\ 10^{23}$.

L'étude de la lumière diffusée avait déjà donné : pour l'argon (Cabannes), $6,9\times10^{23}$; pour l'eau (Raman), $7,3\times10^{23}$. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Diffusion de la lumière et constante de Kerr.**

La dépolarisation de la lumière diffusée latéralement par un corps (effet Tyudall), et sa biréfringence électrique (effet Kerr), sont une conséquence directe de l'anisotropie des molécules, d'après la théorie de l'orientation moléculaire. L'auteur montre que les objections faites à celle-ci par Gans, qui a proposé une théorie purement thermodynamique, ne sont pas fondées.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *L. Meunier* et *André Bonnet* (prés. par M. L. Lumière). — **Sur la fluorescence de la fisetine à la lumière de Wood. Applications.**

Seuls de tous les végétaux tannants, le bois de Quebracho et son substitut le Tiserah, présentent à la lumière de Wood une fluorescence jaune. Les extraits aqueux, dans des conditions convenables, donnent la même réaction, caractéristique de la fisetine du fustet. Cette fluorescence d'une intensité exceptionnelle est susceptible de nombreuses applications, par exemple au théâtre, dans l'analyse des extraits, l'examen du cuir tanné, etc.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Royer* (prés. par M. P. Termier). — **Sur les accolements réguliers de cristaux d'espèces différentes.**

On a admis depuis longtemps que les accolements réguliers de cristaux d'espèces différentes sont dus au fait que les réseaux possèdent une quasi-identité de forme et de dimensions, à une certaine tolérance près. L'étude des cristaux aux rayons X a permis de rechercher l'ordre de grandeur de cette tolérance. C'est ainsi que la différence permise entre les dimensions du réseau du sel gemme et de celui des espèces qui fournissent des accolements réguliers est de 16 % environ du paramètre de Na Cl ; pour la sylvine, la tolérance est de 12 % du paramètre de KCl ; pour la galène de 10 % de celui de PbS. La tolérance dans la différence des deux réseaux est plus grande pour les accolements réguliers que pour les macles et la syncristallisation.

SISMOLOGIE. — *E. Rothé, J. Lacoste* et *Ch. Bois* (prés. par M. Bigourdan). — **Observations sismologiques faites à l'occasion d'une forte explosion.**

Le 31 mars 1925, les usines de Hagondange ont provoqué une explosion dans leurs carrières de Malancourt et, à cette occasion, des mesures sismologiques ont été effectuées à Baucourt et à Strasbourg. La vitesse de propagation des ondes et la grandeur du déplacement du sol ont pu être évaluées : cette dernière quantité aurait été à Strasbourg, distant de 142 kilomètres du lieu de l'explosion, inférieure au quart de micron.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Les météorites de Tuan Tuc** (30 juin 1921) **et de Phû Hong** (22 septembre 1887) **en Cochinchine.**

La première est une chondrite, très dure et très tenace, montrant à l'œil nu de petits granules métalliques (fer nickelé et pyrrhotite) et des chondres gris solidement encastrés. La seconde n'en diffère que par l'abondance plus grande des minéraux métalliques et des imprégnations noires, enfin par une plus grande richesse en clino-bronzite. Les analyses détaillées faites par M. Raoult classent la première parmi les chondrites à olivine et hyperstène et la seconde dans celles à olivine et bronzite.

TECHNOLOGIE. — *Rollet de l'Isle* (prés. par M. H. Sébert). — **Méthode d'élaboration et de publication des vocabulaires internationaux scientifiques et techniques.**

La conférence internationale pour l'emploi de l'espéranto dans les sciences pures et appliquées, tenue à Paris sous le patronage de plusieurs membres de l'Académie des Sciences, a adopté une méthode d'élaboration et de publication des vocabulaires qui présente un intérêt général. Chaque vocabulaire se compose d'une série de fascicules dont chacun correspond à une langue nationale, avec définition et figures nécessaires pour préciser chaque terme, lequel est suivi d'ailleurs d'un numéro d'ordre, le même dans tous les fascicules et par suite dans toutes les langues. L'acheteur pourra limiter son acquisition aux fascicules dont il a besoin et dont le prix ne sera pas élevé. Le travail de la préparation de ces vocabulaires sera fort utile au point de vue de la terminologie nationale elle-même. O. D.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Laissus* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Cémentation des alliages ferreux par le chrome.**

En chauffant l'alliage au-dessus de 1.100°, au milieu d'un ferrochrome pulvérisé (Cr 60 %, C 0.20 %), on détermine, à la surface, la formation d'une couche brillante de carbure de chrome qui protège l'alliage contre les oxydations au-dessus de 1.000° et aussi contre la corrosion par l'acide nitrique.

— *R. Hugues* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le recuit du fer électrolytique dans le vide.**

Le gaz extrait contient p. 100 : H, 50 ; CO, 34 ; CO^2,6 ; carbures d'hydrogène, 4 à 2 ; divers, 7. Les variations des propriétés magnétiques et mécaniques présentent une avance sur les variations après recuit dans l'atmosphère. Les essais micrographiques sont faits sur le métal sans polissage, ce qui permet de voir la superposition des couches. — *Gérard H. Lafontaine* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Contribution à l'étude de l'équilibre du carbonate de magnésie en solutions ammoniacales.**

A une solution de $(CO^3H)^2Mg$, on ajoute successivement des solutions de NH^3, de $CO^3H\,NH^4$, seules ou mélangées. On détermine les zones de formation des trois carbonates connus et celle d'un carbonate basique non signalé. Dans aucun cas, on n'obtient le bicarbonate CO^3Mg, $CO^3H\,NH^4$, 4 H^2O mentionné par certains auteurs.

ÉLECTROCHIMIE. — *A.-P. Rollet* (prés. par M. H. Le Chatelier), — **Sur la dissolution du Nickel dans l'acide sulfurique sous l'influence du courant alternatif.**

Le dégagement d'hydrogène correspond exactement au poids de Ni dissous. L'influence des divers facteurs a été étudiée. La densité de courant, comme l'alternance, a une action très marquée sur le rendement.

PHOTOCHIMIE. — *Errera et V. Henri* (prés. par M. J. Perrin. — **Étude quantitative des spectres d'absorption ultraviolets des bichlore-éthylènes.**

Le dérivé trans absorbe toujours plus que le dérivé cis. La différence augmente pour les courtes longueurs d'onde. L'un des auteurs a montré la grande différence de leurs constantes diélectriques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Haller et Cornubert.* — **Constitution de la diméthylcyclopentanone et de la diméthylcyclohexanone d'alcoylation obtenue par la méthode à l'amidure de sodium.**

Pour ces deux cétones, on utilise la condensation avec l'aldéhyde benzoïque, une molécule pour deux molécules, avec perte d'une molécule d'eau. On arrive à confirmer la présence des cétones dissymétrique et symétrique.

A. RIGAUT.

Digitized by Google

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *M. Mâchebœuf.* — **Sur les proportions de cobalt contenues dans les organes des animaux.**

Le cobalt accompagne le nickel dans les organes de l'homme et des animaux. Sauf dans quelques muscles, les auteurs l'ont rencontré dans tous les autres échantillons qu'ils ont examinés. D'une manière générale, le mode de répartition du cobalt à travers les organes est approximativement parallèle à celui du nickel. Toutefois, chez le veau, le thymus s'est montré particulièrement riche en cobalt.

— *S. Kostytschew* et *Ryskaltchouk* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Les produits de la fixation de l'azote atmosphérique par l'*Azotobacter agile*.**

Les expériences multipliées des auteurs prêtent un appui à la conclusion que l'*Azotobacter* construit de l'ammoniaque par une réduction directe de l'azote moléculaire. L'*Azotobacter* utilise ensuite l'ammoniaque pour la construction des acides aminés. La réduction des nitrates par les moisissures donne les mêmes produits.

— *A. Blanchetière* (prés. par M. Desgrez). — **Sur les réactions colorées du tryptophane avec les aldéhydes.**

L'auteur n'a pu obtenir la coloration rouge rubis, qui vire ensuite au violet, signalée par Romieu en traitant le trytophane par l'acide phosphorique sirupeux. Il n'a pu constater qu'une coloration jaune paille banale, avec légère fluorescence verte.

La réaction de Steensma (réaction à la vanilline, coloration violette d'une très grande intensité), en présence de PO^4H^3, paraît particulièrement susceptible d'application au dosage colorimétrique du trytophane dans les produits biologiques.

BIOLOGIE. — *Charles Richet, Eudoxie Bachrach* et *Henry Cardot.* — **Fixation héréditaire des caractères acquis, constatée par la stabilité de l'optimum thermique déplacé.**

En cultivant pendant une longue période le ferment lactique sur un milieu additionné d'une forte dose de chlorure de potassium, les auteurs ont fait acquérir à la bactérie lactique deux nouveaux caractères : la résistance au KCl est augmentée ; l'optimum thermique est fortement déplacé dans le sens d'une température plus élevée. Ces nouveaux caractères sont héréditairement stables.

— *Vernadsky.* — **Sur la pression de la matière vivante dans la biosphère.**

La constante $\varkappa_d$ égale à $2^{\Delta_d} - 1$ peut être prise comme mesure de la pression de la matière vivante dans la biosphère. Cette constante n'est pas la seule qui, par rapport à la reproduction, règle la manifestation géochimique de la vie dans la biosphère. On peut déduire cependant de sa considération des conséquences quautitatives multiples, importantes pour l'étude de la vie.

— *L. Fage* et *R. Legendre* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Essaimages d'un Annélide polychète (*Polyophthalmus pictus* Dujardin) observées pendant des pêches à la lumière.**

Les rassemblements les plus nombreux et les plus denses eurent lieu les 13 et 21 juillet 1923 et l'on peut observer des milliers d'individus ; en 1924 les mêmes concentrations se produisirent les 16 juin et 7 août.

A chaque essaimage, les *Polyophthalmus* apparaissent dans le champ éclairé et se rapprochent de la source lumineuse par une nage active et rapide, provoquée par des ondulations de tout le corps qui s'allonge à l'extrême. Les auteurs n'ont pu déceler une phase d'excitation particulière, préliminaire à la fécondation, analogue à la danse nuptiale des Néréidiens.

BOTANIQUE. — *P. Lavialle* (prés. par M. Guignard). — **Sur la nutrition du sac embryonnaire chez *Knautia arvensis* Coult.**

Les cellules chalaziennes élaborent des substances de choix pour alimenter le sac embryonnaire de *Knautia arvensis* et les lui transmettent par l'intermédiaire des antipodes, du manchon périantipodaire et des plastides à globoïdes jaunes situés à l'équateur du sac.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Raoul Combes* (prés. par M. Molliard). — **Migration des substances azotées des feuilles vers les tiges au cours du jaunissement automnal.**

Ayant expérimenté sur des rameaux de Châtaignier et de Hêtre de 60 à 80 centimètres de longueur, l'auteur conclut de ses résultats que lorsque les feuilles jaunissent normalement sur les arbres, en automne, les précipitations atmosphériques n'entraînent pas de quantités appréciables de substances azotées et que l'azote qui disparaît des feuilles pendant cette période émigre en totalité ou presque en totalité vers les organes vivaces.

ZOOLOGIE. — *F. Van Gaver* (prés. par M. Bouvier). — **A propos de la tête osseuse et de la dentition d'un jeune éléphant d'Asie, *Elephas indicus* L.**

Les caractères spéciaux des incisives de cet animal prouvent que les incisives de lait n'existent pas toujours chez les éléphants actuels ; l'étude de ses molaires a éclairé certains points relatifs à la signification morphologique de ces dents, à leur développement et à leur mode de remplacement.

L'auteur s'efforce de démontrer que les modifications qui se produisent pendant la croissance de l'éléphant sont dues non à l'action exclusive des défenses, mais aussi, et surtout peut-être, à l'action de la trompe.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Emile F. Terroine, Mlle S. Trautmann* et *R. Bonnet* (prés. par M. Guignard). — **Rendement énergétique dans la croissance des microorganismes en fonction de la concentration des substances nutritives du milieu et consommation de luxe.**

La concentration des éléments nutritifs du milieu peut varier dans la proportion de 1 à 6 pour le bacille de la Phéole, de 1 à 15 pour le *St. nigra*, l'utilisation énergétique pour la croissance reste exactement la même. C'est évidemment dire que la part de la consommation globale affectée à la dépense d'entretien n'a pas varié. C'est donc que le métabolisme de la cellule n'est pas modifié par la concentration des aliments mis à sa disposition.

La consommation de luxe ne s'observe pas chez tous les organismes ; elle ne paraît pas pouvoir être rapportée à une modification des dépenses d'énergie de la cellule en fonction de la quantité des aliments offerts ; sa cause doit être vraisemblablement cherchée dans l'existence d'un mécanisme plus complexe, particulier aux homéothermes.

PHYSIOLOGIE. — *Mme L. Randoin, J. Alquier, Mlles Asselin* et *Charles* (prés. par M. E. Leclainche). — **Équilibre alimentaire et proportions relatives des sels minéraux et des glucides d'une ration.**

Le degré de croissance n'est pas proportionnel à la valeur énergétique de la ration. Ce degré serait plutôt (dans les conditions de l'expérience) en rapport avec les proportions relatives des matières minérales et des glucides ; les valeurs moyennes 1/9,7 et 1/7,7 semblent être, l'une et l'autre, voisines d'un optimum.

Ces recherches montrent qu'il est important d'étudier de très près les rapports existant entre les substances minérales et les divers principes énergétiques des rations.

— *L.-J. Henderson.* — **Sur l'application de la méthode nomographique à l'étude des phénomènes respiratoires dans le sang.**

Le nomogramme faisant l'objet de la présente Note représente à la fois les propriétés physico-chimiques et les phénomènes circulatoires relatifs à un individu affecté d'une malformation congénitale du cœur se traduisant par le fait qu'une partie du sang ne passe pas par les poumons.

Ce monogramme, rapproché d'un autre qui se rapporte à un individu normal, fait, en quelque sorte, sauter aux yeux

Digitized by Google

les différences qui s'accusent de l'un à l'autre dans la composition du sang et dans le cycle des phénomènes respiratoires.

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Caridroit* et *Pézard* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Poussée testiculaire autonome à l'intérieur des greffons ovariens autoplastiques chez la Poule domestique.**

La réduction de la masse ovarienne chez la Poule adulte et notamment la diminution du nombre des ovules fait apparaître, dans le tissu restant, une structure testiculaire embryonnaire. Le processus le plus clair de cette transformation paraît consister dans une néoprolifération de l'épithélium ovarique. Celui-ci produit, vers l'intérieur de l'organe, des cordons cellulaires qui s'organisent bientôt en tubes. Dans les expériences des auteurs, l'évolution de la crête a pu se produire en présence de ces formations nouvelles et indépendamment des éléments habituels : lignée séminale, tissu sertolien ou cellules interstitielles différenciées.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond Hamet* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur un nouveau cas d'inversion des effets adrénaliniques.**

La yohimbine est particulièrement adéquate à l'étude de l'inversion des effets adrénaliniques et de la dissociation du sympathique moteur et du sympathique inhibiteur.

L'existence de vaso-dilateurs sympathiques étant bien démontrée pharmacodynamiquement, on doit admettre qu'outre l'antagonisme sympathique-parasympathique, il existe un antagonisme sympathique moteur-sympathique inhibiteur qui semble avoir échappé à beaucoup de cliniciens.

THÉRAPEUTIQUE. — *Arthur Grimberg* (prés. par M. Ch. Richet). — **Traitement des tuberculoses externes par un extrait colloïdal des bacilles de Koch.**

Les bacilles de Koch, après avoir été débarrassés de la plus grande partie de leur tuberculine par l'action de la glycérine à chaud et du lavage prolongé par l'eau, sont broyés avec de la limaille de fer dans un champ magnétique suivant un procédé spécial. Il en résulte un liquide opalescent qui contient en suspension des débris infiniment petits de corps bacillaires. Cet extrait est antigène. Injecté chez les animaux, il provoque la formation des anticorps, et la réaction de fixation devient positive.

Des injections sous-cutanées et intramusculaires ont été pratiquées chez l'homme par des doses progressives allant de 1/40 de milligramme à 5 milligrammes d'extrait bacillaire.

L'auteur a obtenu plus de 50 % de guérisons cliniques et 25 % d'améliorations.

BACTÉRIOLOGIE. — *Et. Burnet* (prés. par M. Roux). — **Différenciation des *Paramelitensis* par la floculation sous l'action de la chaleur.**

L'auteur signale un certain nombre de faits observés au cours de recherches sur la classification des microbes de l'espèce *Melitensis-abortus*, qui sont en cause dans la fièvre méditerranéenne.

En suspension dans l'eau physiologique, vers 90°, les *Melitensis* ordinaires sont stables et ne floculent pas ; les *Paramelitensis* floculent.

P. GUÉRIN.

Séance du 6 juillet 1925.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Bertrand Gambier* (prés. par M. Goursat). — **Courbure et torsion des courbes appartenant à un complexe linéaire ou non.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Mandelbrojt* (prés. par M. J. Hadamard). — **Quelques théorèmes sur le nombre des points singuliers d'une série entière.**

ÉLASTICITÉ. — *M. Kolossoff* (prés. par M. Mesnager). — **Sur les problèmes d'élasticité à deux dimensions.**

ASTRONOMIE. — *M. G. Biyourdan.* — **Sur l'observation des signaux horaires rythmés : précision de réception et ordre de grandeur des perturbations.**

L'auteur a précédemment montré que les perturbations subies par les ondes hertziennes n'affectent pas de plus de 0 s. 01 la durée de leurs plus longs trajets terrestres. Il est arrivé à cette conclusion en discutant les observations de signaux rythmés : ceux-ci au nombre de 300 par série journalière, sont donnés à des intervalles d'environ 59/60 de seconde sidérale. Au moyen d'observations faites en 1924 sur des signaux du poste Lafayette, il confirme le résultat précédent et détermine la précision obtenue dans divers modes d'observation.

Les observations comparées ont été faites dans six stations ; au B. I. H., les heures ont été obtenues de trois manières différentes. Les résultats sont donnés sous forme de tableaux.

— *Jules Gabriel* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur un cycle luni-solaire de 744 années, divisé en deux périodes de 372 années et quatre semi-périodes de 186 années.**

Au cours de recherches sur la Physique du globe, l'auteur a été conduit à constater l'existence d'un cycle luni-solaire de 186 ans, comprenant dix révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire et 2.300,5 lunaisons. La possibilité de comprendre dans le cycle un nombre exact de périodes undécennales de la variation du magnétisme terrestre lui a fait doubler cette période ; il arrive ainsi à un cycle astronomique de 744 années tropiques de 365 j. 5 h. 48' 45",98, formant approximativement un total de 271.740 j. 2.

Au point de vue astronomique, le cycle n'est pas exactement fermé : mais ses applications visent spécialement la Physique du globe. Après 744 années, on retrouvera avec une très grande approximation le retour périodique des positions respectives du Soleil, de la Terre et de la Lune, pour les principaux éléments qui, dans l'état actuel de nos connaissances, paraissent capables de modifier les courants atmosphériques. On peut donc émettre l'hypothèse qu'un certain retour périodique des éléments météorologiques se produira après 744 années. Les autres périodes de 372 et 186 années sont moins marquées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *P. Dumanois* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Au sujet de l'utilisation des combustibles liquides.**

Une des possibilités particulièrement intéressantes que laissait entrevoir l'utilisation des différents combustibles dans un moteur à haute compression, était de n'exiger aucune autre modification qu'un réglage convenable du carburateur.

Un essai pratique a été effectué en utilisant successivement, sur la même voiture : l'alcool méthylique pur, le carburant national (essence 50, alcool éthylique, 50), de nouveau l'alcool méthylique, puis de l'essence avec 20 % de pétrole lampant et 2 pour 1.000 de plomb-tétra-éthyle, enfin un mélange d'essence et de 30 % de pétrole lampant avec la même proportion d'antidétonant.

Le passage d'un combustible à un autre a eu lieu sans autre modification qu'un changement de gicleur, effectué sur route et n'ayant pas demandé plus de trois minutes.

Avec l'alcool méthylique, dont la production en grande quantité par voie synthétique en partant de l'oxyde de carbone est dès maintenant envisagée, le fonctionnement du moteur est excellent ; toutefois il peut donner lieu, dans certains cas, au phénomène d'auto-allumage sans détonation. Il est d'ailleurs possible de remédier très simplement à cet inconvénient.

En résumé, le résultat de l'essai confirme pleinement les hypothèses émises.

MAGNÉTISME. — *P. Chevenard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Anomalie réversible des cupro-nickels dans le domaine de l'état paramagnétique.**

Digitized by Google

Dans un mémoire antérieur, l'auteur a étudié une anomalie réversible du pouvoir thermo-électrique des cupro-nickels, indépendante de celle qui accompagne la transformation magnétique de ces alliages. Il a entrepris une nouvelle détermination de la résistivité des cupro-nickels entre — 195° et + 1000°. Les résultats des expériences ont été traduits par un diagramme groupant les courbes résistivité-température pour des alliages dont les teneurs en Cu croissent de 10 en 10 % et les isothermes résistivité-concentration pour des températures échelonnées de — 200° à + 1.000°. L'examen de ce diagramme donne lieu à de nombreuses remarques intéressantes.

RADIOACTIVITÉ. — *M^lle Irène Curie* et *M. Jean d'Espine* (prés. par M. Jean Perrin) — **Sur le spectre magnétique des rayons β du radium E.**

Il existe notamment dans le rayonnement émis par le radium E une émission de rayons β dont le spectre magnétique est une bande continue, intense, de vitesse élevée : les auteurs en ont repris l'étude au moyen d'un dispositif déjà employé par l'un d'eux. Les résultats expérimentaux ont confirmé ceux déjà obtenus.

En particulier, la bande principale de rayons β est très nettement délimitée du côté des grandes vitesses et se termine d'une manière imprécise du côté des faibles vitesses. L'aspect observé pourrait s'interpréter par l'existence de deux bandes d'intensité peu différente se recouvrant partiellement.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE et GÉNIE CIVIL. — *M. Edouard Imbeaux.* — **Projet de mise en valeur des chutes à créer entre la Méditerranée et la Mer Morte : électrification de la Palestine, irrigation et canal de navigation intérieure.**

Un nouveau procédé d'utilisation de l'énergie que le Soleil projette sur la Terre vient d'être suggéré par un ingénieur français, M. Pierre Gandillon : il semble plus industriellement réalisable dans certains cas que celui que Mouchot avait proposé en 1869. Il utilise la puissance d'évaporation du Soleil sur de grandes nappes d'eau à basse altitude maintenues à niveau constant par l'apport de masses d'eau équivalentes prises plus haut, la chute ainsi créée produisant l'énergie disponible. Dans ce procédé, la nappe supérieure est constituée par des lacs ou par la mer elle-même et la nappe inférieure par les dépressions naturelles de certains points du globe, parmi lesquelles on peut citer : la mer Caspienne (— 26), le Salton Sink aux États-Unis (— 60) les emplacements des mers intérieures des deux Syrtes (de — 26 à — 31 en Algérie et Tunisie).

Le plus bel exemple est la grande dépression du Ghor (vallée du Jourdain) avec au N. le lac de Tibériade à — 208 et au S. la mer Morte à — 394. Ouverte dans le Crétacé, elle paraît dater de l'époque pliocène. La montagne descend presqu'à pic sur le Ghor, tandis que le terrain s'incline doucement vers la Méditerranée.

Pour amener aux moindres frais l'eau de la Méditerranée dans la mer Morte, on utiliserait le col de Zérin (ancien Jisréel), où passe le chemin de fer de Haïffa à Damas, à la cote + 80 environ. L'eau serait refoulée ou élevée par un canal à écluses, au col de Zérin, d'où elle retomberait à la cote — 394, en développant 474 kgm. par litre, sur lesquels on prendra l'énergie nécessaire à l'élévation de 0 à 80, soit, avec un rendement global de 50 %, environ 160 kgm. Il restera disponibles 314 kgm. par litre.

On pourrait dériver dans la Méditerranée 100 mètres cubes par seconde qui seraient jetés dans le Jourdain, dont les eaux douces, retenues, seraient employées à l'irrigation. On obtiendrait finalement un port de mer intérieur suivi d'un canal de navigation intérieure aboutissant au haut de la vallée du Jourdain, le moyen d'irriguer de grandes surfaces, enfin une énergie électrique capable de desservir toute la Palestine.

Un brevet d'invention a été délivré à Londres le 19 février 1925, à deux industriels de Paris et on songe à passer à l'exécution du projet. O. D.

CHIMIE. — *R. de Forcrand.* — **L'hydrate de xénon.**

On l'obtient, comme les autres hydrates de gaz, par compression avec une trace d'eau dans le tube de Cailletet (xénon de M. Lepape). La mesure des tensions de dissociation fournit une courbe qui permet de calculer la chaleur de formation à partir de l'eau liquide (18 cal. 26) et de l'eau solide (8 cal. 156). La différence correspond à la solidification de 6,6 H^2O.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Jolibois* et *J. Maze-Senciet* (présenté par M. H. Le Chatelier). — **Sur un phénomène d'adsorption intense présenté par le phosphate tricalcique.**

Au moyen de l'appareil de précipitation systématique de l'un des auteurs, on réalise la saturation d'une molécule de P^2O^5 par des quantités de chaux croissant de 3 CaO à 14 CaO, le précipité obtenu contient de plus en plus de CaO. D'autre part, le phosphate tricalcique récemment précipité, traité par l'eau de chaux, donne une suspension colloïdale stable, qui interviendrait dans le mécanisme de la diffusion de P^2O^5 dans certains sols arables.

— *P. Mondain-Monval* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la solubilité du saccharose.**

La mesure de la chaleur de dissolution limite L a donné par méthode directe : — 1 cal. 84 ; par méthode indirecte : — 1 cal. 76. La solubilité a été établie dans l'eau de 0 à 30° au moyen de la formule classique ; on déduit de ces données la valeur L = — 1 cal. 77 à 18°.

— *T. Batuecas* (prés. par M. D. Berthelot). — **Révision de la compressibilité du chlorure de méthyle et poids moléculaire de ce gaz.**

Comme pour l'oxyde de méthyle, la compressibilité, ou ce qui revient au même, le facteur 1 + λ, diminue quand la pression baisse.

— *J. Bureau* (prés. par M. G. Urbain). — **Étude du déplacement de quelques acides organiques de leur sel de sodium par voie de conductibilité électrique.**

On ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique : la courbe de déplacement de l'acide malonique du malonate neutre accuse la formation du malonate acide avec le chiffre théorique. Des résultats d'ensemble peuvent constituer une méthode nouvelle.

— *R. Lucas* (prés. par M. J. Perrin). — **L'influence des dissolvants sur les pouvoirs rotatoires.**

Cette influence s'expliquerait par l'existence de deux formes moléculaires distinctes, chacune possédant un pouvoir rotatoire et une dispersion déterminés. Sous l'action des solvants, la proportion de ces deux formes serait variable avec un équilibre dépendant de la concentration et de la température. Dans les courbes de pouvoirs rotatoires spécifiques en fonction de la longueur d'onde, le rapport $\frac{S}{\Delta}$ apparaît comme constant quel que soit le dissolvant.

A. Rigaut.

EMBRYOGÉNIE. — *A. Weber* (prés. par M. Henneguy). — **Mécanisme de la rupture de l'opercule branchial lors de la métamorphose des Batraciens anoures.**

La nécessité absolue de la présence des glandes cutanées pour la perforation de l'opercule, en l'absence du membre correspondant, a permis à l'auteur de supposer qu'il y avait là un phénomène de digestion.

Pour entrevoir ces phénomènes, il faut les rechercher sur les têtards, chez qui les glandes cutanées de la cavité per-

Digitized by Google

branchiale sont en nombre très restreint, deux par exemple, ce qui semble être le *minimum efficace* amenant la perforation de l'opercule.

Une seule glande à venin muqueux est capable de déterminer la chute de l'épiderme et du conjonctif embryonnaire. Il y a seulement, dans ce cas, amincissement considérable de l'opercule, mais pas de perforation. La rupture operculaire est hâtée par la pression du coude lorsque le membre antérieur est en place.

PHYSIOLOGIE. — *Daponte* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur le rapport entre la persistance visuelle et la perception du relief dans la projection.**

L'explication du relief paraît être un phénomène complexe. En effet, l'œil est obligé d'accommoder insensiblement et continuellement par suite de la variation de l'intensité de la lumière diffusée et des réactions de sensibilité directement proportionnelles aux persistances.

Par suite de la superposition des deux images sur l'écran, en raison de la différence de la parallaxe, les rapports de la persistance avec la réaction de sensibilité accentuent les phénomènes d'accommodation dans cette marge de flou qui sépare dans l'espace les deux images projetées.

D'autre part, l'image combinée reste nettement définie pour l'œil dans l'espace en raison de la prédominance de la sensation la plus forte.

— *F. Maignon* (prés. par M. E. Leclainche). — **Nouvelles recherches sur l'électrolyse des diastases et leur teneur en acide phosphorique et silice.**

L'électrolyse prolongée des solutions de diastases amène la perte de toute activité.

Cette perte d'activité ne paraît pas due à la formation secondaire de substances empêchantes (acide hypochloreux, acide persulfurique, etc.); sa constatation coïncide exactement avec le moment où les grumeaux apparus sous l'influence de l'électrolyse cessent d'être entraînés par le courant. Cette perte d'activité semble donc résulter de la dissociation électrolytique du groupement organo-minéral constituant la diastase.

La vitrification des cendres des diastases tissulaires d'organes animaux est due surtout aux phosphates, les silicates ne s'y trouvant qu'en minimes proportions.

ENTOMOLOGIE. — *Barthellier* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur l'époque de la détermination des castes chez *Macrotermes gilvus* (Hagen).**

Dès l'éclosion, les jeunes neutres de *M. gilvus* comprennent deux catégories discernables, après coloration, par un œil exercé : des insectes plus gros à gonades sensiblement nulles et des insectes plus petits à gonades assez développées. Après la première mue, la différence de développement des glandes génitales s'accentue, tandis que la différence de taille devient bien apparente. Après la deuxième mue, chacune des deux premières catégories donne, à la fois, des ouvriers et des soldats.

ZOOLOGIE. — *A Pruvot-Fol* (prés. par M. Joubin). — **Contributions à l'étude du genre *Janthina* Bolten.**

L'auteur affirme avec certitude que les Janthines qu'il a coupées sont nettement hermaphrodites, les produits mâles et femelles parvenant à maturité en même temps.

S'il a suffi de démontrer que l'*Actæon* était hermaphrodite pour le faire classer parmi les Opisthobranches, M. Pruvot-Fol ne pense pas qu'ici le cas soit le même, malgré certaines ressemblances qui rapprocheraient la Janthine de cette grande division.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Quidor* et *Marcel A. Hérubel* (transm. par M. d'Arsonval). — **Sur l'enregistrement et la projection de la forme et de la distance des objets.**

De leurs expériences, les auteurs concluent que les perceptions visuelles sont bien un acte psychique, et que les phénomènes de convergence auraient simplement pour rôle d'assurer l'unité de sensation et de nous renseigner sur la distance des objets rapprochés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *S. Kostytschew* et *Mlle M. Afanasiewa* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur la respiration des microbes de la fermentation lactique.**

Les microbes de la fermentation lactique pure, tels que le *Bact. lactis acidi* Leichm. et le *Bac. caucasicus*, n'ont qu'une seule source d'énergie à leur disposition, cette source unique d'énergie étant la fermentation, qui ne peut pas être remplacée par la respiration normale, même si l'aération est parfaite.

PARASITOLOGIE. — *Aynaud* (prés. par M. Roux). — **Kystes à *Demodex* et abcès du mouton.**

Les *Demodex* peuvent disparaître complètement d'une lésion qu'ils ont produite : à un stade tardif, on se trouve en présence d'une suppuration banale, sous-cutanée, mais dont l'origine échappe. Il est permis de se demander si les *Demodex* n'interviennent pas dans la genèse de la suppuration caséeuse, et, dans ce cas, des mesures antiparasitaires permettraient peut-être d'enrayer la diffusion de la maladie.

Les faits exposés par l'auteur présentent un certain intérêt au point de vue des théories parasitaires du cancer comme l'a signalé Borrel. La constatation d'une évolution sous-cutanée possible et d'une disparition totale des parasites, même en très grand nombre, à un stade avancé de l'évolution, permet de répondre à certaines objections faites à cette théorie.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Vues générales sur la théorie de la relativité, par A.-S. EDDINGTON. Traduit par Th. Greenwood, avec une préface de M. P. Painlevé. In-8° de 102 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix broché : 8 francs.

Cet ouvrage contient la reproduction de 4 conférences ou articles de M. Eddington sur les sujets suivants : la gravitation et le principe de la relativité; l'aspect philosophique de la théorie de la relativité; la relativité du temps; la théorie de la relativité et son influence sur la pensée scientifique. En appendice, on trouve une note sur la théorie mathématique de la loi de gravitation d'Einstein et une sur l'éclipse du 29 mai 1919, cette dernière étant du traducteur. Une introduction du traducteur et une brillante préface de M. Painlevé aideront le lecteur à dégager les idées maîtresses de M. Eddington.

C'est qu'en effet, M. Eddington, qui s'est fait en Angleterre l'ardent protagoniste des théories relativistes, professe une doctrine qui n'est pas entièrement orthodoxe. En particulier, ses conceptions sur la structure de l'Univers et sur l'union du champ gravifique et du champ électromagnétique sont incompatibles avec les vues cosmologiques d'Einstein. Précisant la vieille conception subjectiviste, M. Eddington considère la matière comme une possibilité permanente de perturbation dans nos mesures, ou mieux, comme une déformation plus ou moins accentuée des lois géométriques de notre espace.

Les lecteurs français seront heureux de pouvoir pénétrer aisément la pensée toujours originale de l'éminent

Digitized by Google

astronome anglais, grâce à l'excellente traduction que nous en donne M. Greenwood. A. Bc.

Tables annuelles de Constantes et données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie, publiées sous le patronage du Conseil international de Recherches et l'Union internationale de la Chimie pure et appliquée. Volume 5, tome I. In-4° de 804 pages. C. Marie, secrétaire général, 9, rue de Bagneux, Paris. — Prix des tomes I et II (ce dernier paraîtra à la fin de l'année) brochés : 250 francs pour les souscripteurs et 187 fr. 50 pour les Membres des Sociétés.

Le Comité international, chargé de la publication de cet ouvrage considérable donne, dans le Volume V, les documents numériques des années 1917 à 1922 inclus.

Le tome I du volume V contient les chapitres suivants : Élasticité, Compressibilité. — Coefficients de dilatation. — Densité. — Viscosité. — Tension superficielle. — Chaleurs spécifiques. — Conductibilité thermique. — Thermodynamique. — Points de fusion. — Tensions de vapeur. — Lois des gaz. — Acoustique. — Rayonnement. — Optique : Vitesse de la lumière, Diffusion de la lumière, Pouvoirs réflecteurs, Coefficients d'absorption, Réfraction et dispersion, Spectroscopie, Photométrie. — Pouvoir rotatoire. — Électricité. — Magnétisme.

Dès maintenant, le Comité des Tables annuelles annonce la publication d'un volume VI contenant les documents des années 1923-1924, de telle manière qu'en 1926, les Tables des Constantes reprendront leur forme annuelle.

Pour permettre à ceux qui ne connaissent pas encore les Tables d'apprécier les services qu'elles peuvent leur rendre, le Secrétariat Général envoie gratuitement des fascicules correspondant aux chapitres suivants : Spectroscopie. — Électricité, Magnétisme, Électrochimie. — Radioactivité, Ionisation. — Cristallographie, Minéralogie. — Biologie animale et végétale. — Art de l'Ingénieur et Métallurgie. — Colloïdes. L. Fr.

Oscillations électriques, par H. Bouasse, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. In-8° de 378 pages avec 217 fig. (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). Librairie Delagrave, Paris. — Prix : 25 francs.

M. Bouasse étudie dans cet ouvrage des phénomènes où, à proprement parler, il n'y a pas de propagation. On y trouvera l'étude de la décharge d'un condensateur et les expériences de Tesla; les quantités efficaces et les étincelles fractionnées; la mesure des selfs, des inductions mutuelles et des capacités, qui jouent un si grand rôle en T. S. F.; l'obtention des courants commutés, interrompus et alternatifs; la résonance; la bobine d'induction dans ses rapports avec les questions traitées dans le volume; les oscillations entretenues, c'est-à-dire d'amplitude constante; la production de ces oscillations notamment par les arcs de Duddell et de Poulsen; la détection et la mesure des grandeurs oscillantes par les détecteurs magnétiques, les tubes à gaz raréfiés et les ondemètres. L'ouvrage témoigne, comme toujours, d'une très grande richesse de documentation et, à chaque instant, l'esprit critique de M. Bouasse tient éveillée l'attention du lecteur. A. Bc.

Les phénomènes physiques de la Médiumnité, par le Dr A. de Schrenck-Notzig. Trad. de l'allemand par Félix Longaud, agrégé de l'Université. Préface du professeur Charles Richet, membre de l'Institut. In-8° de 342 pages avec 64 illustrations (*Bibliothèque internationale de science physique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Avant de s'intéresser aux phénomènes métapsychiques, le Dr Schrenck-Notzig, ancien assistant des cliniques Charcot et Bernheim, avait fait des études très étendues sur l'hypnotisme et les maladies nerveuses. Son premier ouvrage relatif à la métapsychique, *Les Phénomènes de matérialisation*, publié il y a quelques années, eut un grand retentissement. Il formula définitivement l'hypothèse de la télékinésie et contribua, ensuite, à éclaicir le problème de la téléplastie dans son travail sur les *Phénomènes physiques de la médiumnité* dont M. Longaud nous donne une traduction qu'illustrent 64 photographies et dont une addition comporte les comptes rendus des expériences faites avec le médium Willy S., en 1922. Ce volume comprend, en outre, de récentes expériences sur les médiums physiques et une partie théorique et critique particulièrement intéressante. L. Fr.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

H. Pécheux. — Lampes, tubes et valves électriques. In-8° de 235 pages avec 153 figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

C.-L. Gatin. — Dictionnaire aide-mémoire de Botanique. In-8° relié de 847 pages, sur deux colonnes, avec 700 figures. Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

H. Zwaardemaker. — L'odorat. In-16 de 312 pages avec figures (*Encyclopédie scientifique*).

L. Delherm et Morel-Kahn. — Les principales positions utilisées en radiographie. Technique, indications, résultats. In-8° de 252 pages avec 13 figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Ch. Voitellier. — Aviculture. Les races et les volailles. In-16 de 284 pages. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

H. Jaworski. — La régénération de l'organisme humain par le sang. In-16 de 200 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Dr A. de Schrenck-Notzing. — Les Phénomènes physiques de la Médiumnité. Trad. de l'allemand par Félix Longaud. In-8° avec 64 illustrations (Bibliothèque internationale de science psychique). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

G. Bouligand. — Précis de mécanique rationnelle à l'usage des élèves des Facultés des Sciences. T. I. In-8° avec figures. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Dr Hesnard. — Les psychoses et les frontières de la folie. In-16 de 300 pages avec 7 fig. (Bibliothèque de philosophie scientifique). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

R. Perrin et Mathieu. — Les eaux minérales. Leurs modes d'action, leur emploi. In-16 de 250 pages (Bibliothèque de connaissances médicales). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 15 — 63e ANNÉE — 8 AOUT 1925

LA CARTOGRAPHIE OFFICIELLE EN AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE (1)

(suite et fin)

II

LES TRAVAUX EN COURS

Le problème qui se posait au Service géographique d'après-guerre, lorsqu'il rouvrit à Dakar en décembre 1921, après plus de sept années d'interruption, consistait d'abord à remettre en ordre et à inventorier scrupuleusement les travaux de ses prédécesseurs ; ensuite à exploiter les résultats si laborieusement acquis ; enfin, dès que les ressources de la métropole en personnel technique le permettraient, à continuer et développer ces travaux.

Nous allons exposer comment on s'est acquitté de cette tâche, montrer où en sont les travaux de levés en cours sur le terrain, et préciser ce qui a été réalisé pour mettre ces documents à la disposition du public.

***

Tout d'abord le Gouverneur général Merlin tint, par un acte administratif (2), à mettre fin à la situation anormale signalée précédemment, qui faisait que le Service géographique n'avait pas d'existence légale : cet « Arrêté fixant les attributions et le fonctionnement du Service géographique de l'Afrique occidentale française » est apprécié de la manière suivante par le colonel Bellot, directeur du Service géographique de l'armée (1) : « Ce document donne les suggestions les plus utiles sur la façon de concevoir l'organisation considérée à son point de vue le plus général, des services géographiques coloniaux... En fixant d'une façon parfaite l'organisation technique du Service géographique en personnel de direction et en personnel d'exécution, en précisant ses attributions générales et les relations qu'il doit entretenir avec l'extérieur, en arrêtant son fonctionnement administratif au point de vue du matériel, des crédits et de la vente des cartes, l'arrêté signé par le Gouverneur général de l'Afrique occidentale française consacre d'une façon officielle l'existence d'un organe de première nécessité ».

Aussitôt après, nous voici attelés à l'inventaire de ce qui avait été fait antérieurement. Cet inventaire, dont notre précédente étude résume les résultats, était d'autant plus indispensable que le matériel, les instruments de précision, ainsi que les travaux de tout ordre : carnets, calculs, levés divers à toutes échelles, laissés en 1914 dans un désordre qui n'est imputable qu'aux circonstances, avaient été pendant sept ans la proie de l'humidité et d'un fléau particulier au pays : les termites ; de plus, ils avaient subi deux déménagements. Toutefois, le mal n'était pas irréparable : des calculs à terminer

(1) Voir *Revue Scientifique*, n° 14, du 25 juillet 1925, p. 481.
(2) Arrêté du 1er mars 1922, *Journal officiel de l'A. O. F.*, n° 908, du 11 mars 1922.

(1) *La Géographie*, tome XXXVII, n° 5, mai 1922, article cité.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

(notamment ceux de la campagne astronomique de 1913-14 au Sénégal et en Mauritanie), des minutes de dessin à recopier avant qu'elles ne devinssent illisibles, et nous eûmes la satisfaction de constater que le gros de l'œuvre produite par nos prédécesseurs subsistait.

Il importait d'en dresser le tableau : c'est ce que nous nous sommes efforcés de faire en rédigeant un premier « Rapport sur les travaux astronomiques et géodésiques exécutés en A. O. F. avant la guerre », puis un autre « Rapport sur la campagne d'astronomie géodésique exécutée en A. O. F. en 1913-14 » (1) et en publiant le « Catalogue des positions géographiques provisoirement admises par le Service géographique de l'A. O. F. (2) ». Ici on se heurtait à une difficulté initiale : la crainte de proroger le désaccord — signalé plus haut — existant entre la projection adoptée pour les deux cartes au 100.000ᵉ, seuls documents effectivement imprimés, et celle qui s'imposait pour la carte au 250.000ᵉ restée à l'état de projet. De plus, nombre des levés retrouvés étaient fragmentaires et ne pouvaient, avant d'avoir été complétés et soudés entre eux, donner matière à publication.

C'est ainsi que nous fûmes appelés à reprendre par la base tout le problème de la cartographie de l'A. O. F. La solution qui lui serait donnée devait engager l'avenir de toutes les publications du même ordre. Aussi est-ce après nous être entouré de l'avis des services les plus compétents (1) que nous avons

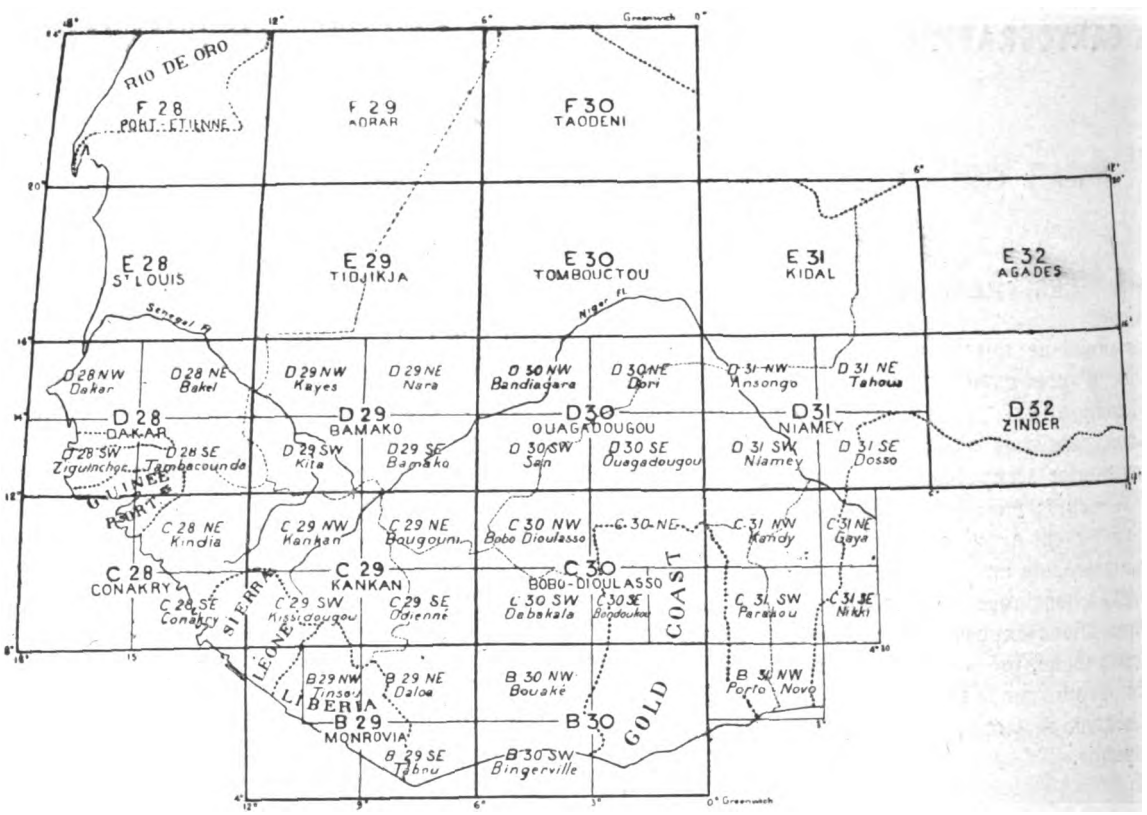


FIG. 351. — Tableau d'assemblage des cartes de l'A. O. F., publiées ou en cours de publication. Les feuilles au millionième sont indiquées en capitales (ex. : D 28 DAKAR); les feuilles au 500.000ᵉ, en caractères penchés (ex. : D 28 *N. W. Dakar*).

Quant aux levés proprement dits, il n'y avait qu'à les divulguer au plus tôt sous forme de carte. arrêté le système exposé dans les « Dispositions cartographiques relatives aux cartes et plans de l'A. O. F. (2) ». Nous en exposerons seulement les principaux points, moins dans l'intention de justifier ces dispositions que de montrer que la cartographie proprement dite, ou science des cartes, n'est

(1) Rapports déjà cités précédemment.

(2) Un vol. in-8° de XLII-216 p. avec un Avertissement et un Index alphabétique. Laval, Goupil, impr. 1923. — Ce catalogue contient 2.140 valeurs, se rapportant à 2.000 points et empruntées à 80 auteurs différents. Nous y avons incorporé non seulement les résultats des travaux du Service géographique de l'A. O. F., mais encore toutes les valeurs provenant du Service hydrographique, des explorateurs, missions de délimitation, etc...

(1) Et en particulier du Directeur du Service géographique de l'armée, dont la bienveillance ne nous a jamais fait défaut.

(2) Un volume in-8° de 68 p., avec II planches h. t. Laval, Goupil, impr. 1922.

Digitized by Google

aucunement une science hermétique, et qu'elle a tout avantage à s'inspirer de la logique.

La carte de base est la *carte internationale du monde au millionième*. Les règles qui président à l'établissement de cette carte ont été adoptées en décembre 1913 à la « Conférence de Paris » après de longues discussions entre des professionnels éminents appartenant à 36 nations (1); on est donc fondé à supposer que ces règles représentent le dernier cri de la cartographie contemporaine.

Rappelons les principales caractéristiques de cette carte :

La carte au millionième est carroyée en degrés; le méridien origine est celui de Greenwich. Chaque feuille a une projection polyédrique et englobe 4° en latitude sur 6° en longitude.

Le principe fondamental du système cartographique de l'Afrique occidentale française est que chaque feuille de la carte à une échelle déterminée doit être une subdivision simple de la feuille à l'échelle immédiatement supérieure. Partant de là, on voit que :

Chaque feuille de la carte au 500.000ᵉ sera le quart d'une feuille au 1.000.000ᵉ; elle englobera 2° en latitude sur 3° en longitude;

Chaque feuille de la carte au 200.000ᵉ (2) sera le sixième d'une feuille au 500.000ᵉ; elle englobera 1° en latitude comme en longitude;

Chaque feuille de la carte au 100.000ᵉ sera le quart d'une feuille au 200.000ᵉ et englobera un demi-degré en latitude comme en longitude.

Ces principes généraux, simples et rationnels, se sont révélés à l'usage facilement accessibles à tous, topographes et cartographes, même ceux d'une culture scientifique restreinte, qu'il faut bien employer... quand on n'en a pas d'autres. En les appuyant dès le début sur des règles strictes relatives aux signes conventionnels, aux écritures, cadres, etc., et nous efforçant d'inculquer aux opérateurs sur le terrain, aux dessinateurs à l'atelier, la notion si importante de la densité différente de détails que l'on peut représenter suivant l'échelle du levé, nous croyons être arrivé à mettre sur pied un système cartographique homogène.

L'adaptation de ce système à l'Afrique occidentale est particulièrement intéressante, parce que cet immense domaine renferme à la fois des contrées désertes et des régions relativement peuplées. Aux premières, on réservera les feuilles au millionième, dans lesquelles un centimètre équivaut à 10 kilomètres, ce qui ne permet pas de représenter beaucoup de détails : pratiquement, ce seront les régions sahariennes, Mauritanie, nord du Soudan français (où nous nous raccorderons avec les cartes algériennes), et colonie du Niger.

Aux colonies du centre, Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Soudan central, convient *pour le moment* l'échelle moyenne, le 500.000ᵉ (un centimètre pour 5 kilomètres). Rien n'empêchera au reste, dans la suite, si le besoin s'en fait sentir, de représenter également tout ou portion de ces mêmes colonies à une plus grande échelle. Le 500.000ᵉ est l'échelle adéquate pour dresser une carte de reconnaissance, résultant des itinéraires et des levés expédiés, assemblés sur un canevas de points astronomiques, pour lesquels nous ferons appel aux derniers perfectionnements de la télégraphie sans fil.

Aux régions les plus peuplées, remarquables par leur développement agricole, commercial ou minier, ou qui paraissent susceptibles d'un pareil développement, on consacrera des cartes au 200.000ᵉ ou au 100.000ᵉ, cartes résultant de levés réguliers appuyés eux-mêmes sur une triangulation géodésique. Ces pays, tels que le Sénégal, la Guinée, le Dahomey, nos prédécesseurs les ont du reste déjà entamés : nous n'aurons donc, d'abord qu'à boucher les trous existant dans leurs levés, ensuite à étendre ces levés.

Tels sont, grossièrement résumés, à la fois les principes cartographiques et les règles d'urgence qui président à l'exécution de la carte en Afrique occidentale. Il nous sera maintenant aisé d'en montrer l'application, qui se confondra avec l'exposé des travaux en cours.

***

Conformément aux directives exposées ci-dessus, la *Carte au millionième* a été attaquée par les feuilles les plus au Nord, dont quatre ont été rédigées à Dakar et imprimées à Paris, sur les presses du Service géographique de l'armée en 1923 (1).

Chacun sait que pour les Sahariens la connaissance du pays est une question vitale : on n'est pas un bon méhariste si l'on n'est en même temps topographe. Aussi en Mauritanie, dans la région de Tombouctou, etc..., les relevés d'itinéraires foisonnent, et comme de plus nous devons aux explorateurs, Foureau, Villatte, Cortier, Niéger, Lauzanne..., un nombre important de positions astronomiques, il en résulte que ces étendues désertiques sont — quelque paradoxal que cela puisse paraître — parmi les mieux connues de l'Afrique occidentale.

(1) Voir : *Carte internat. du monde au millionième*, compte-rendu des séances de la 2ᵉ conférence internat. Un vol in-8° carré de 150 p. Paris, Serv. géog. de l'armée, 1914.

(2) L'échelle du 250.000ᵉ, bien qu'étant en relation simple avec celle du 500.000ᵉ, a été abandonnée parce qu'elle n'est pas d'usage courant en cartographie *française*.

(1) Feuilles de la *carte au millionième* actuellement parues : Saint-Louis, Tidjikja, Tombouctou, Kidal.

Digitized by Google

Les premières feuilles du millionième ont été rédigées en se conformant aussi exactement que possible aux conventions adoptées et ont été distribuées, par l'intermédiaire du Bureau central permanent de la carte internationale du monde, à Southampton, à toutes les nations qui ont adhéré à la conférence de Paris de décembre 1913.

***

La *Carte de reconnaissance des colonies de l'A. O. F.* est une œuvre de longue haleine. Sauf la carte For-

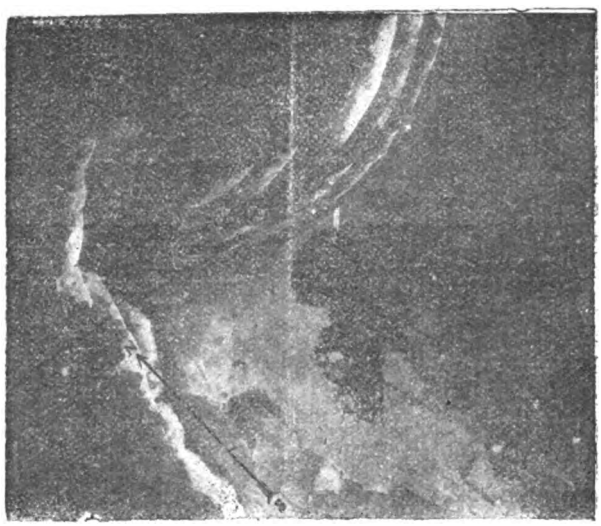


Fig. 352. — Carte de reconnaissance des colonies de l'A. O. F. (à 1 : 500.000e).

tin à la même échelle (1), qui comprenait 22 feuilles résultant des campagnes topographiques 1886-1887 et 1888, et qui était une entreprise fort audacieuse pour l'époque, aucune synthèse de cette envergure n'avait été tentée en Afrique occidentale. Représentant la portion de l'Afrique, limitée d'une part par l'Océan atlantique et le golfe de Guinée, d'autre part par le 16° parallèle et le méridien 6° est de Greenwich, elle comprendra 32 feuilles et 4 demi-feuilles, mesurant environ 44 sur 66 centimètres chacune. Ces 36 feuilles jointives formeront assemblées un panneau de 2 m. 65 de haut sur 5 m. 20 de large.

Les feuilles parues en 1924 englobent toute la Côte d'Ivoire (2). Celles à l'impression concernent le Soudan (1), le Sénégal (2) et la Guinée (3). Viendront ensuite les 10 feuilles et 2 demi-feuilles qui représenteront la Haute-Volta, le Dahomey et la partie ouest du Niger (4).

La carte au 500.000e porte ostensiblement — sauf sur les quelques feuilles qui ont été obtenues par la réduction des levés réguliers existants — la désignation de « Carte de reconnaissance ». C'est que, en effet, les 9/10 environ de sa surface proviennent de l'assemblage de tous les itinéraires et levés expédiés qui ont pu être rassemblés. Ces documents, à des échelles variant du 100.000e au 500.000e, sont de valeur très variable, tant à cause des instruments employés que de la science fort inégale de leurs auteurs. Ces derniers ont toutefois accompli une tâche très méritoire, et nous avons tenu à les désigner nommément en marge de chaque feuille, ainsi que dans la notice cartographique imprimée concernant chaque feuille. Une fois tous ces documents ramenés à une échelle unique, la mise en place sur la feuille de projection est obtenue à l'aide des points astronomiques, malheureusement très inégalement répartis (5).

***

C'est dans le but d'obtenir un *canevas astronomique* plus moderne, à la fois plus homogène comme valeur et plus régulier comme répartition, qu'on a été amené à reprendre l'œuvre commencée au cours de la campagne 1914 (6), en appliquant aux différences de longitude tous les perfectionnements techniques de la T. S. F.

Un appareil récepteur de télégraphie sans fil de

(1) Etat-major du Soudan français, M. Galliéni lieutenant-colonel d'infanterie de marine, étant commandant supérieur : Carte (à 1 : 500.000e) dressée par MM. Fortin, capitaine, et Estrabou, administrateur.

(2) *Carte de reconnaissance de la Côte d'Ivoire* au 500.000e. Feuilles parues : Bingerville, Tabou, Bouaké, Daloa, Dabakala, Odienné ; demi-feuille Bondoukou (Barrère, édit. à Paris).

(1) *Carte de reconnaissance du Soudan français* au 500.000e. Feuilles à l'impression : Bamako, Bougouni, Kayes, Kita, Nara ; feuilles au dessin : Mopti, Hombori, San, Bobo-Dioulasso.

(2) *Carte du Sénégal* au 500.000e. Feuilles à l'impression : Dakar, Ziguinchor, Bakel, Tambacounda.

(3) *Carte de la Guinée française* au 500.000e. Demi-feuille parue : Tinsou ; feuille à l'impression : Kissidougou ; feuilles au dessin : Conakry, Kindia, Kankan.

(4) On trouvera le *tableau d'assemblage* des différentes cartes publiées par le Service géographique de l'A. O. F., soit dans la brochure « Dispositions cartographiques... », soit dans le « Rapport annuel technique et administratif », année 1923.

(5) Notre « Catalogue des positions géographiques... », en supposant — ce qui est loin d'être prouvé ! — que nous n'avons omis aucun point déterminé avant la guerre, montre dans sa IIe partie que : Si l'on considère les 385 carreaux, mesurant un degré en hauteur et autant en largeur, qui appartiennent à l'A. O. F., soit totalement, soit au moins par la moitié de leur étendue, 175 carreaux (soit 45 %) ne contiennent aucune position géographique ; 132 (soit 35 %) en contiennent de 1 à 5 ; 56 (soit 15 %) de 6 à 20 ; 20 (soit 5 %) de 21 à 100, un seul plus de cent.

(6) Voir notre première étude.

Digitized by Google

campagne, fabriqué spécialement par les services de la radiotélégraphie militaire sous la direction du général Ferrié, a été mis entre les mains de deux opérateurs (1) spécialement dressés. Cet appareil, avec les caisses spéciales permettant le transport à tête d'homme et tous les rechanges nécessaires pour un fonctionnement d'une année environ, pèse dans les 750 kilos ; il est muni d'un amplificateur qui a permis effectivement d'entendre sur toute la surface de l'Afrique occidentale, même dans la grande forêt équatoriale de la Côte d'Ivoire, les signaux émis par les grandes stations françaises de la Tour Eiffel, de Bordeaux et de Lyon, ainsi que ceux émis après minuit par Nauen. L'antenne est remplacée par un cadre démontable orienté, d'un encombrement très réduit et qui a donné de bons résultats à la réception.

A l'aide de ces appareils, 50 positions astronomiques ont été déterminées en 1924, dans les deux colonies de la Côte d'Ivoire et de la Haute-Volta, en quinze mois de présence sur le terrain totalisés par les deux opérateurs (2). On a demandé à ces derniers que les calculs provisoires fussent effectués en chaque station au cours même de la campagne, en utilisant seulement une vingtaine des étoiles observées (alors que la plupart des stations comportent 60 et 80 étoiles). Les calculs complets, qui doivent fournir les coordonnées définitives (latitude et longitude) ainsi que les altitudes d'après les observations à l'hypsomètre, seront faits en France. Pour ces valeurs définitives, on peut escompter une précision moyenne de une seconde de sexagésimale, soit une trentaine de mètres environ.

Ces travaux extrêmement intéressants et productifs seront continués en 1925 à la demande des colonies. On est en droit d'espérer que, en trois campagnes consécutives, deux géodésiens-astronomes arriveront à déterminer un canevas astronomique, assez régulièrement réparti sur les trois colonies du centre (Soudan, Côte d'Ivoire, Haute-Volta) et comprenant 150 à 200 stations. Ces données permettront de situer avec beaucoup plus de sécurité les nouveaux levés de reconnaissance et donneront vraisemblablement en beaucoup de cas une physionomie toute nouvelle aux éditions ultérieures de la carte au 500.000ᵉ.

Aux déterminations classiques des coordonnées et altitudes viennent s'ajouter des observations magnétiques en chaque station. C'est la première fois que de telles études accessoires seront entreprises officiellement « en série » en Afrique occidentale française (1) ; elles permettront de vérifier expérimentalement et de compléter les renseignements donnés par la « Carte de la déclinaison magnétique en A. O. F., au 1er janvier 1921 », document déjà très précieux qui a été établi sous la direction de M. Ch. Maurain (2) ; elles fourniront des données qui ont été maintes fois réclamées, aux futurs auteurs de levés topographiques de tout ordre.

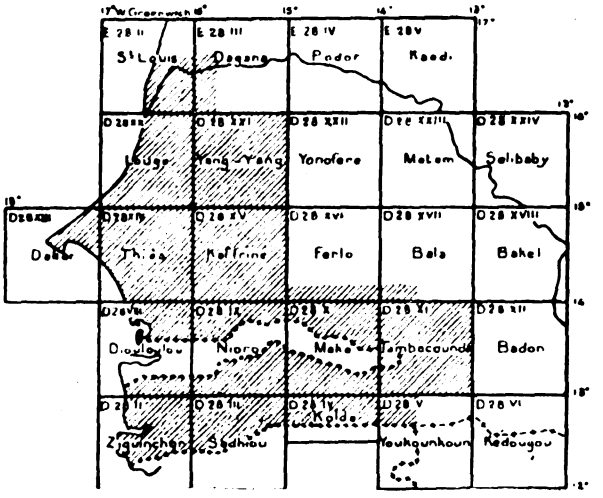


FIG. 353. — Avancement de la carte du Sénégal au 200.000ᵉ. Les surfaces levées sont recouvertes d'un grisé.

***

Les travaux ci-dessus ne sauraient faire oublier la carte régulière.

Celle-ci a été poursuivie dans les trois colonies où elle avait été entamée avant la guerre, Sénégal, Dahomey et Guinée. Dans ces pays il s'agissait — comme nous l'avons expliqué plus haut — de compléter les levés antérieurs en comblant les lacunes qui en empêchaient la publication, ensuite d'étendre ces levés, enfin d'en réaliser dès que possible la publication progressive dans le nouveau système cartographique adopté.

Au Sénégal, 27.000 kilomètres carrés entièrement nouveaux ont été levés sur le terrain par trois opérateurs au cours de l'année 1923. Ces levés ont permis de compléter six feuilles commencées avant

(1) Capitaine R. Fauchon et lieutenant Guéritat.

(2) Les résultats provisoires ont été divulgués dans le *Journal officiel de l'A. O. F.*, numéros des 29 nov. 1924 et 25 avril 1925, ainsi que dans la *Géographie*, tome XLIII, nº 1, janv. 1925.

(1) Il faut toutefois donner une mention à part aux campagnes magnétiques du « Department of terrestrial magnetism » de la Carnegie Institution de Washington. Voir à ce sujet : Commandant Ed. de Martonne, *Les observations magnétiques de la Carnegie institution* en A. O. F. et dans les pays voisins, dans *Bull. du Comité d'études histor. et scient. de l'A. O. F.*, juillet-septembre 1923.

(2) Voir : *Annales de l'Institut de physique du globe de l'université de Paris*, tome II, 1924, p. 129.

Digitized by Google

la guerre, et ont porté la surface couverte par les levés réguliers au Sénégal à 104.000 kilomètres carrés, représentant 60 % de la superficie totale de la colonie. Dès lors on possédait, complètement terminées, douze feuilles jointives de la *Carte régulière du Sénégal* au 200.000ᵉ, comprenant les parties les plus intéressantes : il ne reste plus actuellement que la région appelée « désert du Ferlo », qui, sans

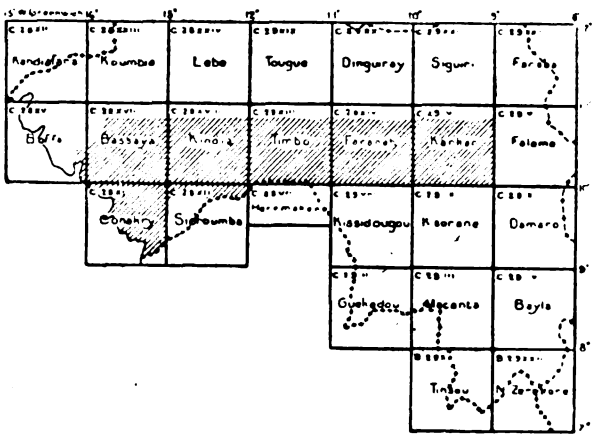


Fig. 354. — Avancement de la carte de la Guinée au 200.000ᵉ. Les surfaces levées sont recouvertes d'un grisé.

mériter tout à fait cette désignation, ne justifie pas pour le moment l'extension des levés réguliers. Ces douze feuilles (dont plusieurs proviennent simplement de la réduction de la carte au 100.000ᵉ) ont été dessinées à Dakar dans la nouvelle forme, dite « coupure normale », qui couvre un degré en latitude comme en longitude, et qui, pratiquement, mesure environ 55 centimètres au carré ; remises aussitôt après à l'impression, elles sont actuellement publiées ou sur le point de l'être (1).

En même temps l'ancienne *Carte du Bas-Sénégal* au 100.000ᵉ a fait l'objet d'une rédaction, en feuilles conformes au nouveau type, c'est-à-dire englobant 30 minutes sexagésimales (un demi-degré) en latitude et en longitude, et s'appuyant sur le méridien de Greenwich. Cette nouvelle édition, dont les feuilles sont plus étendues que celles de l'ancienne en grades, est complète en douze feuilles ; comme l'ancienne édition, la nouvelle a été héliogravée et imprimée en couleurs, pour le compte du Gouvernement général de l'A. O. F., par le Service géographique de l'Armée (2).

De même au Dahomey, l'ancienne *Carte* (semi-régulière) *du Bas-Dahomey* au 100.000ᵉ a fait l'objet d'une réédition analogue, prolongée vers le Nord à l'aide de documents communiqués par le Lieutenant-Gouverneur de cette colonie. Elle comprend actuellement 6 feuilles, ayant les mêmes dimensions que celles du Bas-Sénégal, et qui sont en cours d'impression sur les presses du Service géographique de l'Armée (1).

Il peut être intéressant de faire remarquer qu'avec le nouveau système de coupure carrée, une feuille au 100.000ᵉ a dans la pratique les mêmes dimensions que la feuille au 200.000ᵉ dont la première représente le quart : toutefois l'on doit s'attendre à trouver au 200.000ᵉ relativement beaucoup moins de détails que sur la partie correspondante représentée au 100.000ᵉ, puisque un centimètre carré sur la feuille au 100.000ᵉ représente un kilomètre carré du terrain, alors qu'il en représente quatre sur la feuille au 200.000ᵉ. Il faut donc savoir quel est le but qu'on se propose en achetant une carte, pour choisir judicieusement l'une ou l'autre échelle.

***

A partir de 1924, les parties les plus intéressantes du Sénégal étant entièrement levées, le Service Géographique a pu porter la plus grande partie de son activité en Guinée. Là, sur 24 feuilles que comprendra au total la *Carte régulière de la Guinée* au 200.000ᵉ, huit feuilles se trouvaient entamées avant la guerre. Toujours d'après le même principe, on a commencé par compléter celles-là avant d'en entreprendre de nouvelles. Mais dans ce pays extrêmement difficile, le travail a marché moins vite qu'au Sénégal et deux feuilles seulement de la Basse-Guinée ont pu être complétées en 1924 ; deux autres le seront en 1925. Ces quatre feuilles jointives (2) seront remises à l'impression en 1925 ; elles couvrent environ 40.000 kilomètres carrés, et représentent tout le littoral depuis Boffa jusqu'à la frontière de Sierra-Léone, ainsi que la zone de l'intérieur, de part et d'autre du chemin de fer, jusqu'au delà de Mamou.

En même temps a été reprise la géodésie de premier ordre, abandonnée depuis 1911. Deux opérateurs (3) ont effectué en 1924 la reconnaissance et la construction des signaux d'un élément de chaîne

(1) *Carte régulière du Sénégal* au 200.000ᵉ. Feuilles publiées : Dakar, Thiès, Maka, Kolda (1923), Ziguinchor, Diouloulou, Nioro, Sédhiou (1924) ; feuilles à l'impression : Louga, Yang-Yang, Kaffrine, Tambacounda. Barrère, édit. à Paris.

(2) Feuilles de la nouvelle *Carte du Bas-Sénégal* au 100.000ᵉ, rangées en allant du nord au sud : Saint-Louis, Gandiole, Louga, Meckhé, Kébémer, Dakar, Thiès, Diourbel, Nianing, Kaolack, Djinnak, Saboya.

(1) Feuilles de la nouvelle *Carte du Bas-Dahomey* au 100.000ᵉ : Grand-Popo, Cotonou, Porto-Novo, Parahoué, Ilada et Pobé.

(2) *Carte régulière de la Guinée* au 200.000ᵉ. Feuilles en main au dessin : Conakry, Siéroumba ; feuilles à compléter sur le terrain en 1925 : Kindia, Bassaya.

(3) Lieutenants Armani et Guéritat (ce dernier déjà cité à l'astronomie).

Digitized by Google

primordiale, dite « méridienne de Youkounkoun ». Cette chaîne est destinée à appuyer le levé des régions nord de la Guinée et des confins du Sénégal, après que toutes les feuilles entamées auront été complétées. Elle se branche à hauteur de Kindia sur le travail fondamental appelé « chaîne primordiale de Guinée » (1), et se fermera vraisemblablement vers Satadougou sur la chaîne de la mission minière, ce qui permettra la compensation générale du réseau.

On voit que les opérations de géodésie et de topographie régulière ont repris leur essor en Guinée. On peut avoir confiance dans le zèle et la compétence des nouveaux opérateurs, officiers et sous-officiers des troupes coloniales dont la formation professionnelle provient soit du Maroc, soit d'un ltage de longue durée au Service géographique de l'armée : leurs résultats seront sans aucun doute à sa hauteur de ceux de leurs devanciers.

***

Il peut être téméraire de tenter la récapitulation de travaux qui, au cours de cette seconde étude, ont été présentés précisément comme des travaux en cours.

Aussi nous contenterons-nous de résumer, pour les lecteurs qui s'attacheraient moins à l'évocation du passé qu'à la totalisation des résultats acquis, l'ensemble de la production cartographique officielle en Afrique occidentale française, au début de 1925 pour fixer les idées. En présentant cette énumération, nous ne manquerons pas d'attribuer comme de juste à nos prédécesseurs d'avant-guerre la majeure partie des résultats.

Le Service Géographique de l'Afrique occidentale française a publié de 1922 à 1924 inclus :

Des cartes d'ensemble à diverses échelles : 1 : 10.000.000e ; 1 : 5.000.000e et 1 : 2.500.000e (Forest, éditeur, à Paris), ainsi qu'un « Atlas administratif et ethnographique » comprenant neuf cartes en couleurs (même éditeur) ;

4 feuilles de la carte au millionième, concernant la Mauritanie et le Soudan (Service géographique de l'armée, imprimeur) ;

8 feuilles de la carte de reconnaissance au 500.000e qui contiennent toute la colonie de la Côte d'Ivoire (Barrère, éditeur, à Paris) ;

8 feuilles de la carte régulière du Sénégal au 200.000e (même éditeur) ;

12 feuilles de la carte du Bas-Sénégal au 100.000e (Service géographique de l'armée, imprimeur).

Enfin l'année 1925 verra paraître 6 feuilles (au moins) de la carte au 500.000e, concernant le Soudan et la Guinée, 4 feuilles du Sénégal au 200.000e et 6 feuilles du Bas-Dahomey au 100.000e.

Commandant Ed. de MARTONNE,
Chef du Service Géographique
de l'Afrique Occidentale française.

(1) Voir notre première étude.

LES POISSONS DU DANUBE ET LEUR PÊCHE (1)

(Suite et fin)

La Tanche, *linul* des Roumains, est aussi un Poisson fort commun là-bas. Elle mesure généralement une trentaine de cm. rarement 40.

Le genre Barbeau figure avec deux espèces, d'abord notre Barbeau commun, qui, comme on sait, peut atteindre 1 mètre, et le Barbeau de Peteny

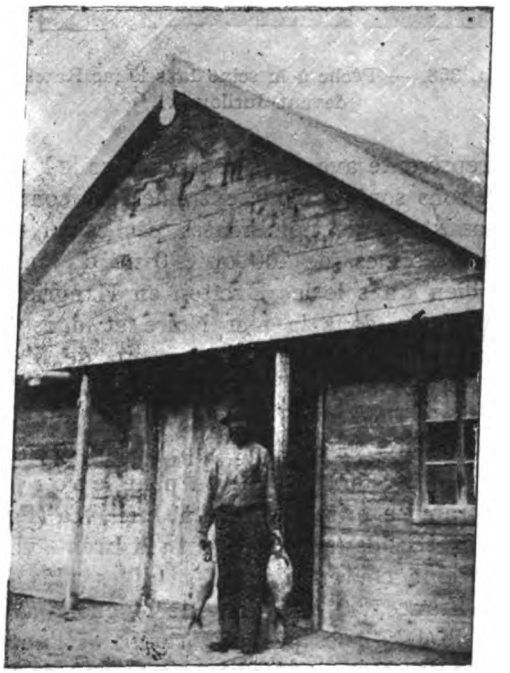


FIG. 355. — Pêcheur tenant à la main des Brêmes de belle taille, à Jurilovca.

qui, de même que notre Barbeau méridional dont il est fort voisin, a les rayons antérieurs simples de la nageoire dorsale, non ossifiés. C'est une petite espèce qui ne dépasse guère 25 cm. et qui par conséquent, contrairement à sa congénère, ne présente que peu d'importance au point de vue comestible.

(1) Voir *Revue Scientifique*, n° 14 du 25 juillet 1925, p. 487.

Digitized by Google

Le Danube possède deux Goujons, notre Goujon de rivière et le Goujon uranoscope. En Roumanie, ces deux petites espèces sont considérées comme absolument négligeables. Il en va naturellement de même pour la minuscule Bouvière qui ne présente d'intérêt qu'au point de vue biologique à cause de sa reproduction singulière, la femelle déposant ses œufs dans la coquille de Mollusques fluviatiles où ils se développent.

Le groupe des Brêmes (fig. 355) est très riche-

Fig. 356. — Pêche à la seine dans le lac Razelm, devant Jurilovca.

ment représenté avec cinq espèces dans le Danube. Ces Poisons sont partout extrêmement communs. J'ai sassisté à de nombreuses pêches au moyen d'énormes seines, de 200 ou 300 m. de longueur, aussi bien dans le lac Balaton en Hongrie, qu'à l'embouchure dans la mer Noire et dans le lac Razelm (fig. 356). A chaque coup de filet, les pêcheurs ramenaient dans les barques 400 ou 500 kg. de Poissons, les 9 dixièmes étant constitués par des Brêmes et principalement des Brêmes vulgaires (fig. 357) comme on peut le voir par les photographies prises par moi à Jurilovca (fig 358).

Les espèces danubiennes sont : la Brême vulgaire qui atteint couramment des tailles plus fortes qu'en France, 60 à 70 cm. de longueur avec un poids de 4 kg., les pêcheurs roumains l'appellent *platica;* la Zerte (*Abramis vimba* Bl.) de formes plus allongées, et à museau saillant ; la Sope (*Abramis ballerus* L.) en roumain *cosac*, à écailles très petites, à nageoire anale très longue ; la Clavetza (*Abramis sapa* Pallas) très voisine de la précédente ; enfin la Brême bordelière, bien connue de tous nos pêcheurs français et que l'on désigne en Roumanie sous le nom de *batca.*

A noter que la Brême commune donne souvent des hybrides avec le Gardon et la Brême bordelière avec le Gardon et le Rotengle.

Voici maintenant un genre qui n'a pas d'équivalent dans nos eaux, le Rasoir *Pelecus cultratus* L.), sorte de grande Ablette, au dos rectiligne, au ventre arrondi et tranchant, à la ligne latérale basse et sinueuse, aux pectorales falciformes. Ses écailles, d'une belle coloration argentée, sont recherchées, surtout dans le lac Balaton, avec celles des Ablettes, pour la confection de l'essence d'Orient qui sert à la fabrication des perles artificielles. La taille de ce Poisson est en moyenne de 30 à 35 cm. avec un poids de 500 gr., rarement de 50 cm. et pesant 1 kg. Sa chair est peu appréciée.

Les Ablettes proprement dites figurent dans le Danube avec 3 espèces ; l'Ablette commune et le Spirlin, si connus chez nous et une forme spéciale l'Able mentonnier (*Alburnus chalcoides* Güldenstâdt) de plus forte taille. Antipa a décrit une variété danubienne, du bas fleuve, dont j'ai recueilli un certain nombre d'exemplaires de 25 cm. de longueur dans le lac Razelm.

Encore un genre qui n'est pas représenté dans nos eaux. L'Aspe (*Aspius rapax* Agassiz), *avatul* des Roumains, est un assez grand Poisson de 35 à 40 cm., mais qui peut en atteindre 67. Ses formes sont élancées, sa gueule largement fendueindique sa voracité. Sa chair est blanche et assezbonne.

A côté il faut mentionner un autre genre spécial, caractérisé par sa ligne latérale incomplète, le Leucaspe (*Leucaspius delineatus* Heckel), qui ne

Fig. 357. — Arrivée du poisson à Jurilovca.

dépasse guère 8 cm. et qui a été récemment l'objet de plusieurs tentatives d'acclimatation en France. C'est là un bien menu fretin.

Il n'y a pas lieu de s'arrêter sur des espèces

Digitized by Google

comestibles répandues chez nous et également fort communes dans le Danube : l'Ide jesse ou mélanote, le Rotengle ou Gardon rouge, le Gardon commun.

Deux espèces de Gardons sont spéciales au grand fleuve de l'Europe centrale, le *Leuciscus virgo* Heckel et le *Leuciscus Frisii* Nordmann, que Cuvier et Valenciennes désignent sous le nom d'Albe grislagine. On peut aussi citer le Telestes d'Agassiz, qui habite les affluents du Danube supérieur et ne mesure qu'une vingtaine de centimètres. Mentionnons encore quelques formes aussi vulgaires là-bas que dans nos régions, le Chevaine commun ou Meunier, appelé en Roumanie *cleanul*, la Vandoise, le minuscule Vairon, enfin le Chondrostome nase ou Hotu, qui venu de l'Est s'est peu à peu propagé dans presque toutes les eaux de notre pays.

Comme en France, on trouve aussi les trois espèces de Loches : Loche d'étang, Loche franche, Loche de rivière ; cette dernière paraît extrêmement commune dans le Bas-Danube.

Après les Esturgeons, le Silure glanis, type de la

Fig. 358. — Jurilovca, bourg de pêcheurs sur les bords du lac Razelm.

famille des Siluridés est le géant des eaux douces d'Europe, sa distribution géographique est limitée à l'Ouest par le Rhin. C'est le *Wels* des Allemands, le *lom* des Russes, le *somnul* des Roumains. En Roumanie on a pris un exemplaire de 2 m. 85 et du poids de 130 kg. mais en Russie, il arrive, dit-on, à 300 et même 400 kg.

Sa voracité est extrême, il se nourrit de Poissons, d'Oiseaux aquatiques, etc. Dans le Danube on le pêche souvent en barque au moyen d'une ligne tenue à la main et terminée par un fort hameçon avec, comme appât, une Grenouille.

Sa chair est assez bonne, quoique un peu grasse. On prétend que certains restaurateurs viennois ou hongrois peu scrupuleux ne se font pas faute de le servir en guise d'Esturgeon à leurs consommateurs, tant il est vrai que partout c'est la sauce qui fait manger le Poisson.

Le Poisson-chat américain (*Ameiurus nebulosus* Lesueur) aussi de la famille des Siluridés, maintenant répandu en France en diverses localités, est également acclimaté dans le Danube, ce dont il n'y a guère à se louer, car on ne voit vraiment pas en quoi il peut remplacer les excellentes espèces qui s'y trouvent.

Fig. 359. — Sandre commun pêché dans le bras de Killa du Danube.

Une forme très répandue dans nos rivières, l'Anguille commune, type de la famille des Anguillidés, est fort rare dans le Danube ou ses affluents, bien qu'on rencontre parfois quelques individus isolés même à l'embouchure et dans le mer Noire.

Par contre, parmi les Poissons voraces, le Brochet, type de la famille des Esocidés, est partout très abondant. En Roumanie où il est désigné sous le nom de *stiuca* il est assez peu apprécié, contrairement à ce qui se passe en France. Sa chair est généralement salée.

Les Umbridés sont des Brochets minuscules. La seule espèce européenne de ces Poissons-chiens (*Umbra Krameri* Fitzinger) ne se pêche que dans

Digitized by Google

quelques points du Moyen-Danube. Elle mesure tout au plus une dizaine de centimètres de longueur, c'est dire qu'elle ne présente d'intérêt qu'au point de vue ornemental, figurant parfois chez les amateurs dans les aquariums à eau relativement fraîche.

Il en est de même pour les deux représentants de la famille des Gasterosteidés, qui ne sont remarquables que par leurs mœurs et leurs qualités esthétiques, surtout au moment du frai, l'Epinoche aiguillonnée (*Gasterosteus aculeatus* L.) et une sorte d'Epinochette (*Gasterostea platygaster* Kessler) très voisine de notre forme française. Ces Poissons minuscules ne se prennent que dans les limans et les lacs littoraux du Bas-Danube.

Fig. 360. — Palissade de pêche ou bordigue de Portitza, à l'embouchure du lac Razelm dans la mer Noire.

C'est là également qu'on trouve un Syngnathidé, une Aiguille de mer, le Syngnathe d'Agassiz (*Syngnathus Agassizi* Michahelles) auquel il faut ramener sans doute le *Syngnathus bucculentus* Rathke.

La famille des Gadidés dont le type bien connu est la Morue et qui renferme tant de formes comestibles ne possède dans le Danube, comme dans nos eaux douces, qu'une seule espèce, la Lote commune dont la chair est assez estimée.

Parmi les Poissons plats, les Pleuronectidés, il n'y a à mentionner aussi qu'une espèce habitant également dans nos eaux, le Flet, que les Roumains désignent sous le nom de *cambula*.

Dans le groupe des Acanthoptérygiens proprement dits, c'est-à-dire des Poissons à nageoires en partie épineuses, la famille des Percidés est la plus importante.

Dans le Danube on trouve d'abord notre Perche de rivière, puis deux espèces d'Aprons, de forme allongée, remarquables par la beauté de leur coloration, l'Apron streber et le Cingle (*Aspro zingel* L.), enfin notre Grémille commune ou Perche goujonnière et une spéciale le Schraitzer du Danube (*Acerina schrætser* L.). La livrée de ce dernier Poisson est vraiment magnifique avec son piqueté de petites taches noires sur la nageoire dorsale et ses trois lignes noires latérales sur un fond d'un beau jaune, rembruni sur le dos.

Perches, Aprons et Grémilles sont relativement de petite taille et ne peuvent être intéressants, au point de vue alimentaire, que quand on les prend en quantité.

Il en va tout autrement des Sandres, dont on compte trois espèces en Roumanie.

La plus répandue est le Sandre commun (*Lucioperca sandra* C. V.), *Sander* des Allemands, *Schil* des Autrichiens, *Fogoch* des Hongrois, *Salaul* des Roumains (fig. 359). C'est un beau et bon Poisson, de forme élancée, qui tient à la fois par son aspect de la Perche et du Brochet, d'où son nom scientifique de

Fig. 361. — Pêcheurs vidant une tour de la bordigue de Portitza.

Lucioperca aussi bien que celui de Perche brochetée qu'on lui donne parfois. Très vorace, il se nourrit d'autres Poissons et atteint une taille et un poids assez élevés, 1 m. 20 et 12 à 15 kg. Les exemplaires adultes oscillent généralement entre 50 et 70 cm. Il est intéressant de penser que cette espèce est en ce moment en cours d'acclimatation dans la Saône.

Les Sandres du lac Balaton sont les plus estimés, ce sont les fameux Fogochs si recherchés sur les tables de Budapest. Pour ma part, j'en ai mangé sur le Balaton même avec M. le Dr Lukacs, directeur des pêcheries, et je dois avouer que je les ai trouvés délicieux. C'est sans doute à la nature des

Digitized by Google

eaux claires et peu profondes de ce lac à fond plat et sablonneux que les Poissons qui y vivent doivent leur remarquable saveur.

Une espèce voisine est le Sandre du Volga (*Lucioperca volgensis* Pallas) ou Sandre bâtard de Russie, comme l'appellent Cuvier et Valenciennes, de taille un peu moindre que le précédent et que j'ai vu prendre souvent dans le lac de Calaraschi, non loin de Bucarest.

La troisième forme est le Sandre de mer (*Lucioperca marina* C. V.) surtout marin et dont la chair est aussi fort bonne.

Comme en France, plusieurs espèces de Centrarchidés nord-américains ont été importées dans le Danube ; on peut citer le Black bass (*Micropterus salmoides* L.) encore assez rare, et la Perche-Soleil (*Eupomotis gibbosus* L.) déjà plus répandue, surtout dans la partie hongroise du grand fleuve.

Les Muges ou Mugilidés sont abondants dans le cours inférieur et particulièrement dans les lacs littoraux. Comme on sait, ce sont des Poissons très cosmopolites qui voyagent par bandes et remontent de la mer dans les rivières ; aussi retrouve-t-on, dans la Mer Noire et dans les fleuves qui s'y jettent, la plupart des mêmes espèces qu'en France : le Muge céphale, le Muge chélon, le Muge doré, le Muge sauteur, le Muge capiton.

Le Céphale et ses congénères se prennent en grande quantité, en automne, dans les labyrinthes de pêche ou « bordigues » de Portitza, au débouché du lac Rázelm dans la Mer Noire (fig. 360 et 361). Ils portent, d'ailleurs, en roumain, presque le même nom qu'en français *chefalul*, dont l'étymologie vient du grec, à cause de la largeur de leur tête.

Au grand frigorifique municipal de Bucarest que j'ai visité en octobre 1924, la plupart des caisses de Poissons qui y étaient accumulées renfermaient des Muges. C'est dire leur importance au point de vue comestible.

Les Gobiidés sont des formes d'origine marine, mais un certain nombre d'espèces se sont acclimatées plus ou moins complètement dans les eaux douces du Bas-Danube et particulièrement dans les lacs ou « limans » Bratès, Cahoul, Jalpoug, Catlabourg, Kitai, qui s'échelonnent au Nord du grand fleuve, depuis Galatz jusqu'à Kilia. Ces limans en communication le premier avec le Prut, les autres avec le Danube même, ont une origine semblable à celle des limans situés sur le littoral de la Mer Noire. Ce sont les restes de l'ancien grand estuaire du Danube, maintenant transformé en delta. Comme l'a montré le Pr Borcea (1), qui s'est surtout occupé des Mollusques, la faune de ces limans roumains dont l'eau est aujourd'hui complètement douce est fort remarquable. En effet, à côté de formes franchement dulcaquicoles on en trouve d'autres, d'origine marine et de *type caspien*, maintenant tout à fait adaptées à la vie dans les eaux douces. Sous ce rapport, c'est parmi les Poissons la famille des Gobiidés qui présente les types les plus intéressants.

On a signalé jusqu'ici dans les eaux douces roumaines 5 espèces de Gobies : le Gobie marbré et le Gobie de Kessler, qui tous deux atteignent une vingtaine de centimètres de longueur et sont utilisés au point de vue alimentaire, le Gobie de Trautvetter, le Gobie cephalarges, enfin le Gobie fluviatile, plus petit et plus exclusivement dulcaquicole.

Un autre genre de Gobiidé, très remarquable au point de vue zoologique, a été trouvé dans les limans roumains Cahoul, Jalpug, etc., par le Pr Borcea ; il s'agit du Benthophile à grosse tête (*Benthophilus macrocephalus* Pallas). Ce curieux petit Poisson, à tête large et aplatie, à corps non écailleux, recouvert de tubercules et qui ne mesure que quelques centimètres de longueur, a été décrit dès 1787 par Pallas. Il est largement distribué sur les côtes de la mer Caspienne, de la mer Noire et de la mer d'Azov et est signalé comme pénétrant parfois dans les eaux douces.

Il est fort curieux de le retrouver dans les limans du Bas-Danube. C'est là incontestablement une forme relicte de type caspien bien caractérisée.

Pour être tout à fait complet, il faut encore citer dans la familledes Cottidés, deux petites espèces, d'ailleurs sans valeur économique, à cause de leur taille exiguë, le Chabot de rivière, qui comme chez nous fréquente les eaux claires des rivières de montagne et une forme spéciale, le *Cottus pœcilopus* Heckel.

Cette revue d'ensemble, passée dans l'ordre zoologique, donne une idée de ce que sont les Poissons du Danube. A maintes reprises, j'ai été amené à insister sur la valeur alimentaire des espèces considérées. Aussi ne faut-il pas s'étonner si tout le long du fleuve et de ses affluents, dans les énormes lacs intérieurs comme le Balaton, aussi bien que dans les limans du cours inférieur ou les immenses lacs littoraux avoisinant son embouchure, la pêche est partout pratiquée d'une façon intensive, au moyen des engins les plus variés. Malgré cela cependant le nombre des Poissons ne semble pas sensiblement diminuer, tellement est grande la richesse nutritive des eaux où ils vivent.

Que ce soit les particuliers, de riches compagnies fermières ou l'État lui-même qui s'en chargent, la capture, la préparation, le transport du Poisson occupent dans les pays danubiens une importante

(1) I. Borcea, Faune survivante de type caspien dans les limans d'eau douce de Roumanie. *Ann. Sc. Univ. Jassy*, XIII, 1924, p. 207.

Digitized by Google

partie de la population et constituent une notable source de richesses pour les contrées traversées par le grand fleuve. Au point de vue de la faune ichtyologique et de la pêche en eau douce, ces régions figurent assurément parmi les plus remarquables de l'Europe et on peut même dire du monde entier.

Dr Jacques PELLEGRIN,
Assistant au Muséum d'histoire naturelle,
Président de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche.

REVUE INDUSTRIELLE

L'INDUSTRIE DU RADIUM

HISTORIQUE

Le 12 avril 1898, Mme Curie annonçait à l'Académie des Sciences que deux minéraux uranifères, la pechblende et la chalcolite, possédaient des propriétés radioactives plus intenses que celles de l'uranium qui y était contenu. Ce fait très remarquable porte à croire, ajoutait-elle, que ces minéraux peuvent contenir un élément beaucoup plus actif que l'uranium.

Par une analyse chimique méthodique de la pechblende, M. et Mme Curie, seuls ou en collaboration avec M. Bémont, mettaient successivement en évidence l'existence de deux nouveaux éléments radioactifs : le polonium qui suit le bismuth au cours des opérations analytiques ; le radium élément voisin du baryum.

La radioactivité, propriété découverte par Henri Becquerel, devenait ainsi une méthode d'analyse immédiate, d'une sensibilité insoupçonnée jusqu'ici, pour mettre en évidence l'existence d'éléments radioactifs et pour guider dans leur séparation.

Par le traitement d'une tonne de résidus de pechblende, effectué sous la direction chimique de M. Debierne, M. et Mme Curie isolèrent une quantité notable de matières radioactives associées au baryum et parvinrent par une séparation progressive du radium et du baryum à enrichir peu à peu la substance active pour en établir nettement, grâce au spectroscope, le caractère élémentaire et arriver en 1902 à l'obtention du chlorure de radium rigoureusement pur.

Au cours de ce travail de séparation, M. et Mme Curie mettaient en évidence les propriétés si curieuses du nouvel élément, radioactivité induite, actions physiologiques, etc.

La pechblende, minerai uranifère et radifère, se rencontrait dans un gisement bien connu, celui de Joachimstahl en Bohême, où elle était régulièrement traitée pour en extraire l'uranium; c'était elle qui fournissait la petite quantité de sels uraniques consommés dans le monde entier. Au cours du traitement, le radium se concentrait dans les résidus. Ce furent donc ces résidus accumulés

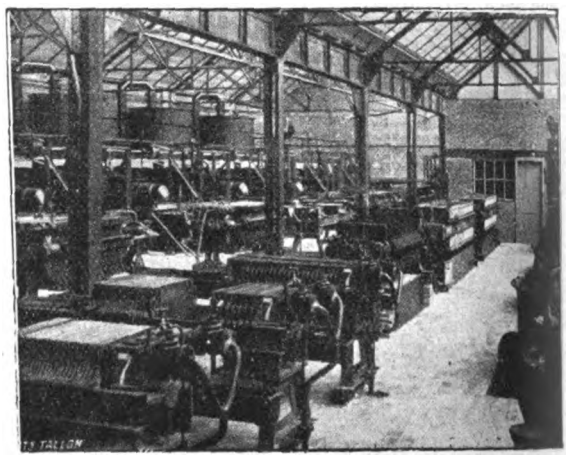


FIG. 362. — Cuves d'attaque du minerai et filtres-presse.

depuis l'origine de cette industrie qui servirent de matières premières pour l'extraction du radium.

La mine était la propriété du gouvernement autrichien. En vue de monopoliser l'extraction et la vente du radium, l'exportation du minerai fut interdite et un Institut du Radium fut créé à Vienne pour en développer les applications.

De tous côtés, l'attention se porta sur les gisements connus de minerais d'urane, ceux d'autunite au Portugal, de pechblende en Angleterre dans les Cornouailles, de Schneeberg et Johanngeorgenstadt en Saxe, en même temps que des recherches étaient effectuées pour découvrir de nouveaux gisements.

C'est ainsi que la pechblende fut trouvée aux États-Unis, au Mexique et aux Indes et y fut l'objet d'une courte exploitation.

Mais la découverte la plus importante fut celle d'un puissant gisement de carnotite aux États-Unis qui s'étend sur les États du Colorado et de l'Utah, dans des sites sauvages et montagneux. De puissantes compagnies américaines n'hésitèrent pas, malgré la faible teneur du minerai, à établir dans ces régions désertiques des routes, des usines, des agglomérations ouvrières en vue de l'exploitation de ces puissants gisements.

Au début, le minerai fut exporté, c'est ainsi qu'en 1912, 1.200 tonnes de carnotite contenant huit à neuf grammes de radium, quittèrent les États-

Digitized by Google

Unis pour la France où une industrie du radium s'était constituée, en concurrence avec l'usine fiscale autrichienne. A partir de cette époque, l'exploitation des mines se développe rapidement en même temps que commencent à fonctionner les usines américaines qui produisent 10 gr. 5 de radium en 1913 et 22 gr. 4 l'année suivante. L'exportation de carnotite en Europe continue jusqu'à la guerre; c'est ainsi qu'en 1913 et 1914, le minerai exporté correspond chaque année à sept ou huit grammes de radium. Au début de 1914, le gouvernement américain prit des mesures pour monopoliser le radium. Toutes les mines radifères découvertes avant le 15 janvier 1914 restent la propriété des concessionnaires, mais toutes celles qui seront prospectées à partir de cette époque seront propriétés de l'État. Les prospecteurs auront le droit d'exploitation, mais ils devront fournir le minerai au gouvernement américain à un prix qui sera fixé de temps à autre par le Ministère de l'Intérieur. Le Gouvernement américain installait des usines pour l'extraction du précieux métal en même temps qu'il fondait l'Institut National du Radium.

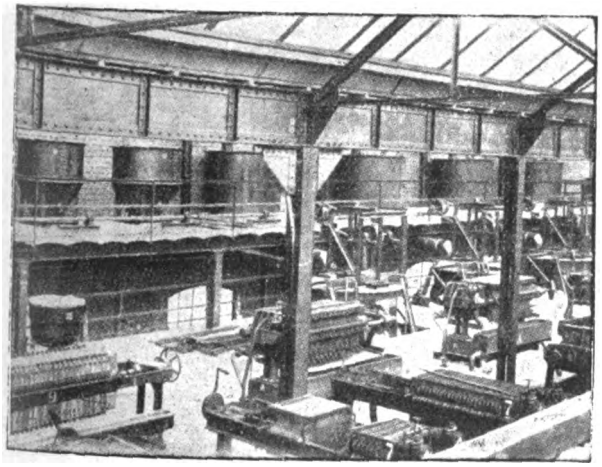


Fig. 363. — Cuves d'attaque et filtres

Il entrait ainsi en concurrence avec les sociétés fondées avant le décret de 1914, la Standard Chemical Co, l'American Radium Co et la Schlesinger Radium Co, toutes installées à Denver (Colorado) ou dans les environs.

Avec la carnotite peu riche (il faut traiter au moins 400 tonnes pour obtenir 1 gramme de radium), mais d'un traitement facile, les Américains devinrent les principaux fournisseurs de radium du monde entier et monopolisèrent son industrie à leur profit. Il en fut ainsi jusqu'au jour où la Société belge, l'Union minière du Haut Katanga, mit à jour, dans ses concessions de cuivre du Congo Belge, des gisements filoniens de pechblende d'une grande richesse.

La première découverte de pechblende fut faite en 1913 dans la mine de cuivre de Luiswishi; elle

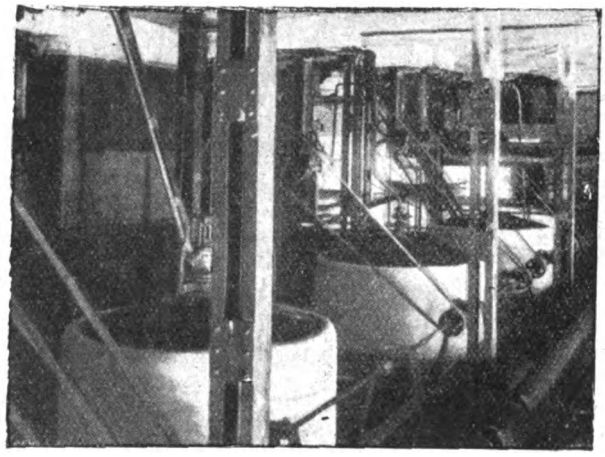


Fig. 364. — Cuves d'attaque et pompes.

fut suivie en 1915 de la reconnaissance du même minéral dans un autre gisement de la compagnie, à Chinkolobwe (Kasolo). Des recherches systématiques entreprises à partir de 1921 permirent de reconnaître les filons uranifères. Les premières analyses effectuées dans les laboratoires africains de l'Union minière, furent répétées par M. Schœp, professeur à l'Université de Gand, qui confirmait, à la fin de 1921, les résultats des premiers essais. Eu égard à la richesse du minerai, il fut décidé de le transporter en Belgique pour y être traité. L'étude du procédé d'extraction fut confiée à la Société Générale Métallurgique de Hobokens qui, sous la direction de M. Leemans, avec la collaboration de M. Clérin, pour la partie chimique, mit au point son procédé en s'inspirant des travaux de Mme Curie et de M. Debierne, et installa à Oolen, dans la Campine anversoise, une usine pour le traitement du minerai congolais.

Les travaux furent conduits avec une telle activité que la premier envoi de minerai arrivait à Anvers le 5 décembre 1921 et que la première division de l'usine était mise en marche le 8 juillet suivant. Dans cet intervalle de six mois on avait élaboré le procédé d'extraction et installé la nouvelle usine.

Des prospections faites en 1924 ont confirmé l'existence à Chinkolobwe de quantités considérables de minerai riche dosant jusqu'à 60 % d'oxyde d'uranium susceptibles d'alimenter pendant longtemps l'usine d'Oolen. Celle-ci prit un développement rapide et, pendant l'année 1923, elle a produit régulièrement près de 4 grammes de radium par

Digitized by Google

mois et a ainsi assuré les deux tiers de la consommation mondiale.

Si l'on pense que le minerai américain contient à peine 2 % d'oxyde d'urane et que l'on traitait souvent du minerai à 0,75 %, on comprendra que les mines et les usines américaines d'une installation si coûteuse se trouvèrent dans la nécessité de cesser leur exploitation. Le monopole, inutilement tenté par les Autrichiens, après avoir été en grande partie réalisé par les États-Unis, est donc passé presque intégralement entre les mains de la Belgique. Les usines du monde entier ont dû cesser ou ralentir leur fabrication, leur prix de revient ne leur permettant pas de lutter avec le radium belge

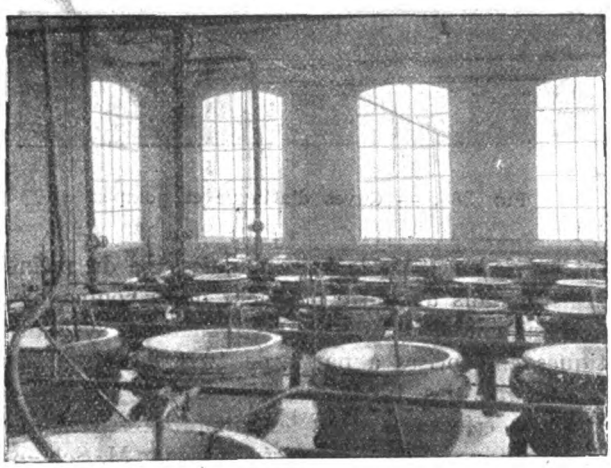


Fig. 365. — Salle de cristallisation fractionnée.

qui peut couvrir largement la consommation mondiale. L'usine doit certainement à l'heure actuelle restreindre sa fabrication pour ne pas augmenter inutilement ses réserves de radium.

Les composés radifères constituent de beaucoup les corps les plus coûteux qui soient soumis à des tractations commerciales courantes, le prix du radium oscille autour de 1 million de francs par gramme alors que le platine atteint 80 francs. M. Chaumet, le bijoutier bien connu, m'a cité cependant un rubis dont la valeur aatteint 750.000 francs le gramme ainsi qu'une perle parfaite pesant 50 grains vendue 2.500.000 francs soit donc 1.000.000 le gramme.

MINERAIS RADIFÈRES

Le radium est répandu dans les roches de l'écorce terrestre mais à des doses ultra infinitésimales. Presque tous les terrains étudiés à l'aide des méthodes les plus sensibles ont manifesté une radioactivité permanente extrêmement faible. Seuls les terrains calcaires purs et les sables quartzeux sont à peu près inactifs. Les eaux de sources, les eaux minérales qui ont séjourné au contact des terrains radifères sont toujours plus ou moins radioactives. D'après les mesures directes de Strutt la teneur de la croûte terrestre en radium serait en moyenne à $4 \times 10 = 6$ grammes par mètre cube.

Les roches les plus riches sont les roches ignées granitiques ; les roches sédimentaires ont une teneur un peu inférieure. Tous les minerais radioactifs sont des constituants ou des dérivés de roches éruptives granitiques.

Les minerais les plus anciens ou primaires sont restés inaltérés dans les roches originaires, tels sont la fergussonite, la thorianite ; par l'action des eaux sur ces roches, des minéraux nouveaux se sont constitués soit dans la roche d'origine, soit dans des roches voisines. Une grande concentration en uranium a pu parfois ainsi se réaliser. La pechblende représente le type de ces minerais secondaires. Enfin les agents atmosphériques en agissant sur les minéraux des deux classes précédentes ont engendré une troisième classe de minéraux plus récents tels que la chalcolite, l'autunite, la carnotite, etc...

La pechlende. — La pechblende est constituée essentiellement par un oxyde d'uranium U^3O^8 auquel s'ajoutent de nombreuses impuretés soit à l'état de traces, soit sous forme massive ; on y rencontre un grand nombre d'éléments. Les constituants principaux sont donnés dans l'analyse suivante d'un échantillon riche provenant de Joachimstahl :

U^3O^8	75
PbS	5
SiO^2	3
CaO	5
FeO	3
MgO	2

La pechblende filonienne du Congo Belge a donné naissance, par suite de l'action des agents atmosphériques, à toute une série d'espèces nouvelles récemment découvertes et étudiées par M. le Professeur Schoep, de Gand.

La carnotite est un vanadate d'urane et de potasse, V^2O^5. $2UO^3$ K^2O. $3H^2O$, de teinte jaune, qui se rencontre rarement à l'état pur. Aux Etats-Unis, cette carnotite imprègne des sables anciens poreux et leur donne une teinte jaune sale. Le minerai moyen contient de 1,5 à 2,8 % d'oxyde d'uranium U^3O^8 avec 3.5 % d'anhydride vanadique V^2O^5. Ces sables s'étendent sur des régions immenses dans les états du Colorado et de l'Utah en couches d'épaisseur variant de 0 m. 50 à 2 m. et plus.

L'autunite. — P^2O^5, $2UO^3$. CaO. $8H^2O$ où

Digitized by Google

uranite, a été exploité surtout au Portugal, dans la province de Beira Baixa. Les minerais se prêtent souvent à un enrichissement mécanique.

EXTRACTION DU RADIUM.

C'est à Mme Curie et à M. Debierne que nous devons l'établissement d'une méthode pour retirer le radium d'un minerai uranifère. Tous les procédés qui ont été appliqués depuis utilisent dans leurs grandes lignes les indications fournies par ces savants.

Le gouvernement autrichien, dont la mine de Joachimstahl était depuis longtemps en exploitation, retirait l'uranium de la pechblende par une fusion de minerai pulvérisé avec le sulfate de sodium. Dans ces conditions, le sulfate transforme l'oxyde

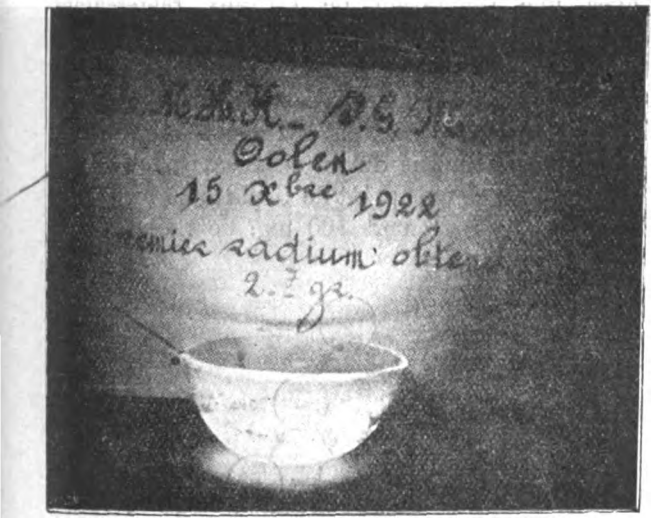


Fig. 366. — Capsule contenant du bromure de radium. Photographiée en chambre noire par la luminosité émise par le Radium (diamètre de la capsule : 350 m/m).

d'uranium en uranate de soude, facile à passer en solution par l'acide sulfurique dilué. Au cours de la fusion, le radium est amené, s'il ne l'est déjà, à l'état de sulfate insoluble, il reste par conséquent dans le résidu. Ce sont les résidus, accumulés autour de l'usine autrichienne, qui ont servi au début, comme nous l'avons vu, de matières premières pour l'isolement du radium.

Nous exposerons ici la méthode qui a été suivie par les Américains pour le traitement de la carnotite ; méthode qui a été appliquée sur une très grande échelle et qui a fourni environ 150 grammes de radium correspondant à un traitement de plus de 750.000 tonnes de sables actifs. Nous montrerons ensuite les modifications qu'il faut apporter au traitement pour l'appliquer à la pechblende.

TRAITEMENT DES MINERAIS AMÉRICAINS DE CARNOTITE

Les minerais arrivent à l'usine de traitement dans des sacs portant mention de la teneur en uranium, teneur qui a été préalablement déterminée d'une façon approchée par le passage du minerai dans un électroscope à rayons α.

Le principe du traitement est très simple. Les

Fig. 367. — Capsule contenant du bromure de radium. Photographiée en chambre noire par la luminosité émise par le radium (diamètre de la capsule : 350 m/m).

sables imprégnés de carnotite sont traités par une solution chlorhydrique chaude qui dissout la carnotite avec ses éléments intéressants, vanadium uranium, radium. Une addition d'acide sulfurique précipite à l'état insoluble la baryte toujours présente, en entraînant tout le radium également sous forme de sulfate. Comme la présence du baryum est indispensable pour la conduite des opérations, on en ajouterait si le minerai n'en contenait qu'une quantité insuffisante.

Ces sulfates insolubles sont purifiés et enrichis en les transformant d'abord en carbonates par une solution de carbonate alcalin en autoclave sous pression ; puis en chlorures par dissolution de ces carbonates dans l'acide chlorydrique. Ces mêmes opérations sont répétées une deuxième fois, après quoi les carbonates sont assez riches pour passer de l'usine au laboratoire de cristallisation.

Au moment de la dissolution des carbonates dans l'acide chlohydrique, il se précipite toujours de la silice radifère qui sera elle-même soumise à un traitement spécial de récupération.

Les carbonates sont transformés une dernière fois en chlorures, et c'est la solution de ces chlorures, constituée essentiellement par un mélange de

Digitized by Google

chlorure de baryum et de chlorure de radium, qui sera soumise à une séparation par la cristallisation fractionnée.

A partir d'une certaine richesse en radium, il est intéressant de transformer les chlorures en bromures, on active ainsi l'enrichissement; aussi est-ce surtout sous forme de bromure que se rencontre le radium commercial.

Fig. 368. — Madame P. Curie, professeur à la Sorbonne, dans son laboratoire.

La liqueur chlorhydrique initiale contenant le vanadium et l'uranium est traitée pour en obtenir le vanadium. Il suffit pour cela de neutraliser la solution par le carbonate de sodium puis de la porter à l'ébullition pour entraîner le vanadium dans un précipité d'acide vanadique contenant du fer, de l'uranium, etc... La quantité de vanadium précipité n'est jamais totale. En ajoutant de la soude à la liqueur précédente séparée de l'acide vanadique, on précipite l'urane sous forme d'uranate de soude insoluble qui entraîne avec lui la plus grande partie du vanadium restant. Comme l'uranium n'a que des applications très limitées, on se contentait aux Etats-Unis d'effectuer la première précipitation, celle qui fournit de l'oxyde vanadique.

J'entrerai ici dans quelques détails sur la séparation du baryum et du radium. Elle repose sur la différence de solubilité existant entre les deux chlorures ou les deux bromures, ceux de radium étant les moins solubles. Les opérations commencées avec les chlorures sont continuées avec les bromures quand la concentration en radium atteint au minimum 20 mg. de radium par kilogramme de sels.

On appelle *facteur de cristallisation*, le rapport des concentrations dans les cristaux séparés et les cristaux initiaux. La concentration en radium est généralement définie par le nombre de milligrammes de radium contenus dans un gramme ou un kilogramme de cristaux anhydres.

Dans le cas des chlorures, le facteur de cristallisation est 1,6 quand les cristaux séparés représentent 50 % du poids total traité; avec les bromures, ce facteur est plus élevé et est égal à 2,2 avec une séparation de cristaux représentant 42 % du total.

Le schéma suivant (Barker) (fig. 369) traduit d'une façon très claire la marche de la cristallisation effectuée sur les chlorures en divisant à chaque cristallisation la moitié du sel en deux parties égales. On a pris ici comme point de départ un kilogramme de chlorure contenant 100 mg. de radium.

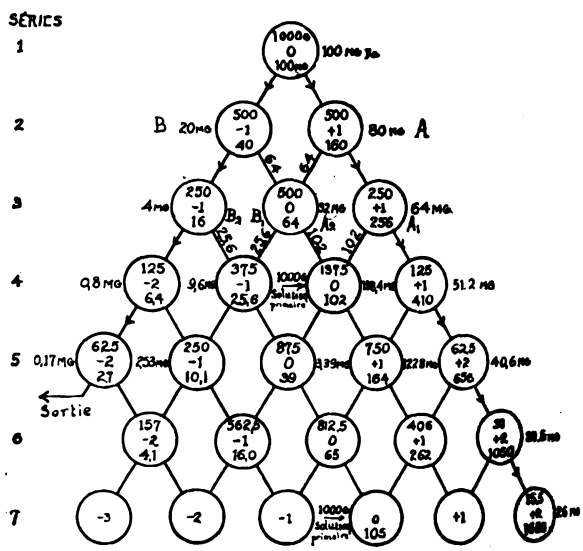


Fig. 369. — Cristallisation fractionnée du chlorure de radium

Chaque cercle représente la composition d'une fraction avant sa cristallisation, le chiffre du haut donne la masse des cristaux, et le chiffre le plus bas la concentration en radium rapportée à 1 kg. de sel, le chiffre latéral indique la quantité de radium contenu dans la fraction.

Après le premier fractionnement, le kilogramme de sels est séparé en deux parties A et B pesant chacune 500 gr. et présentant respectivement les concentrations 160 et 40. Les portions A et B

Digitized by Google

vont fournir respectivement les fractions A_1 et A_2, B_1 et B_2 caractérisées par les chiffres suivants :

	Masse	Concentration en radium
	—	—
A_1	250	256
A_2	250	64
B_1	250	64
B_2	250	16

On voit que les portions A^2 et B^1 ont la même concentration en radium ; on les réunit ensemble, de telle sorte qu'il ne reste plus que trois fractionnements en présence A_1, A_2+B_1, B_2.

De même les eaux-méres du traitement de A_1 sont réunies aux cristaux du traitement de A_2+B, alors que les eaux-mères de cette dernière fraction vont aux cristaux obtenus à partir de la fraction B_2. Le nombre des fractionnements irait ainsi en augmentant constamment, mais on atteint bientôt un régime de fractionnement constant, car on est conduit à éliminer de temps à autre les portions les plus pauvres et les portions les plus riches, comme l'indique, par exemple dans la 5e série de fractionnements, la mise hors d'opération de 62 gr. 5 de cristaux d'une concentration de 2 mg. 7. Ces résidus rentreront ultérieurement en fabrication.

Au quatrième fractionnement, on obtient des cristaux ayant sensiblement la concentration en radium des sels primitifs, on peut en profiter pour introduire une certaine quantité de ces sels dans l'ensemble des opérations, comme l'indique le schéma. Cet artifice a l'avantage d'augmenter la masse des divers fractionnements.

Le septième fractionnement permet de renouveler une semblable introduction.

On peut se rendre compte du nombre de séries de fractionnements à effectuer pour arriver à une concentration donnée. Je suppose que nous partions de chlorures contenant à l'état sec O mg. 76 de radium par kilogramme et que nous voulions atteindre une concentration de 20 mg. de radium. Après un fractionnement, la concentration de la partie riche est 0.76×1.6, la deuxième série de fractionnement donnera pour la fraction la plus riche une concentration de 0.76×1.6^2, après n séries nous aurons $0.76 \times (1.6)^n$

$$0.76 \times 1.6^n = 20.$$

On trouve ainsi $n=7$.

Il conviendra de reprendre ensuite le fractionnement après transformation des chlorures en bromures ; si nous voulons atteindre une concentration de 1 % de radium, il faudra effectuer n séries de fractionnements, n étant défini par la relation :

$$(2.2)^n = \frac{10.000}{20} \qquad n = 8$$

Voici les résultats d'un fractionnement effectué à partir de 134 kgr. 25 de chlorures anhydres contenant 102 mg. 8 de radium et poussé jusqu'à une concentration atteignant 1.1 % de radium.

Radium dans les chlorures initiaux	102 mg. 80
Radium éliminé dans le fractionnement chlorure	2,29
Radium éliminé dans le fractionnement bromure	0,47
Radium entraîné dans le précipité de plomb	1,70
Radium dans le sel à 1, 1 %	96,04

Pour obtenir un pareil résultat, il a fallu lors du fractionnement des bromures par exemple, éliminer la partie riche à partir de la 8e série de cristallisation, puis continuer l'enrichissement progressif avec élimination de parties riches, de manière à condenser la plus grande partie du radium dans ces parties enrichies. Ce résultat entraîne aussi, comme conséquence, de ne retirer au cours des opérations que de petites quantités de liqueurs faibles puisque 2 mg. 76 de radium seulement ont été ainsi écartés au cours de ces opérations. De temps à autre, on élimine, par un courant d'hydrogène sulfuré, le plomb qui existe toujours en petite quantité dans les solutions ; ce sulfure entraîne avec lui des corps radioactifs comme l'indique le tableau précédent.

Cet exemple fait bien comprendre toute la souplesse du fractionnement et montre comment on peut varier la conduite des opérations suivant le but à atteindre.

C'est au professeur Howard H. Barker, de l'Université de Missouri, auquel nous devons des études très importantes sur les carnotites, que j'ai emprunté les données précédentes ; ce savant a poussé plus loin la concentration et s'est proposé de conduire les opérations en vue d'obtenir un bromure de radium sec avec une teneur voisine de 90 % de sel pur. Le tableau suivant traduit le bilan de cette dernière opération :

Radium dans les sels initiaux à 1.1 % :	96,04
Radium récupéré sous forme de bromure à 88 % de sel pur :	92,66
Radium récupéré sous forme de sel à 1.46 % de sel pur :	3,51
Radium récupéré sous forme de sel à 0.08 % de sel pur.....	0,52

On arrive ainsi à concentrer 96, 5 % du radium sous forme de bromure à 88 % de pureté.

Digitized by Google

Tous les tubes de bromure de radium ainsi préparé sont enfermés dans une salle très éloignée du laboratoire de physique et étudiés à plusieurs reprises pour déterminer leur richesse en radium ; on effectue généralement à l'aide de rayons γ trois déterminations de la quantité de radium, contenu dans chaque tube ; aussitôt après la fermeture du tube, alors qu'il n'y a pas sensiblement d'émanation ; quatre jours après, temps qui correspond à la production de la moitié d'émanation existant à l'équilibre ; et enfin un mois plus tard quand l'équilibre radioactif est pratiquement atteint.

L'usine et le laboratoire établissent le bilan de leurs opérations ; ils tiennent un compte rigoureux des quantités de radium contenues dans leurs matières premières, minerais pour l'usine, carbonates radioactifs pour le laboratoire et des quantités de radium obtenues en fin d'opérations : carbonates pour l'usine, et tubes de radium pour le laboratoire. Du rendement obtenu, on conclut à la bonne ou mauvaise marche des diverses réactions.

TRAITEMENT DE LA PECHBLENDE

Le traitement industriel des résidus de pechblende tel qu'il était appliqué par le gouvernement autrichien dans son usine de Joachimstahl n'était que la répétition du traitement qui avait été tout d'abord élaboré par Mme Curie et M. Debierne.

Les chimistes de l'usine d'Oolen, en s'inspirant des travaux antérieurs, ont conçu, pour le traitement des minerais congolais, un procédé d'extraction qui repose sur les mêmes principes que celui de Mme Curie, mais présente dans la réalisation des particularités originales.

Les impuretés dominantes dans la matière première belge sont surtout le cuivre, le fer, le plomb, l'acide phosphorique, l'alumine et la silice. En vue de leur élimination préalable, le minerai pulvérisé est soumis, d'après M. Leemans, aux quatre opérations suivantes :

1° Attaque par des acides aboutissant à l'élimination et à la séparation de l'urane, du fer, du cuivre et de l'acide phosphorique ;

2° Traitement par une solution de chlorure de sodium pour enlever le plomb, avec précipitation ultérieure du métal et régénération des saumures ;

3° Traitement à l'acide chlorhydrique pour éliminer éventuellement le calcium ;

4° Traitement au carbonate de soude pour éliminer l'acide sulfurique.

Au cours de ces opérations, le radium reste sous forme insoluble mélangé à la silice.

Cette insolubilité du radium entraîne cette conséquence, ou bien ce radium préexiste intégralement à l'état de sulfate dans le minerai, ce qui est peu probable ; ou bien il faut préalablement le transformer en sulfate, par exemple, par un chauffage avec le sulfate de soude comme on le faisait à Joachimstahl.

Il est alors possible, en traitant par des acides, d'éliminer les impuretés. L'acide chlorhydrique à 13° Baumé employé à chaud est particulièrement recommandable pour cette opération.

Le chlorure de plomb formé au cours de cette attaque, étant peu soluble en solution chlorhydrique, peut sans doute être enlevé par une solution concentrée de sel marin, avec lequel il tend à former un composé d'addition.

L'élimination du sulfate de calcium peut se faire par l'acide chlorhydrique chaud, où le gypse est en effet assez soluble.

Enfin, le traitement par le carbonate de soude a pour but de transformer les sulfates de baryum et de radium, qui restent dans l'insoluble avec la silice, en carbonates solubles dans l'acide chlorhydrique avec élimination de la silice.

Toute cette première partie du travail qui comporte une quarantaine d'opérations : filtration, lavage, etc., s'exécute entièrement dans un premier bâtiment. Elle aboutit à l'obtention d'un mélange de chlorures de radium et de baryum impurs dans lesquels le radium se trouve encore en présence de 125.000 fois son poids de matières inertes. Les impuretés se trouvent ainsi ramenées au $\frac{1}{200}$ de leur valeur.

A partir de ce moment, le traitement se continue comme avec les carnotites.

Dans une seconde phase de travail, les chlorures sont purifiés en les transformant plusieurs fois en sulfates, carbonates, et quand cette purification est suffisante, on aborde maintenant la dernière phase, l'enrichissement en radium par cristallisation fractionnée d'abord des chlorures, ensuite des bromures.

La transformation des chlorures en bromures s'effectue le mieux en passant par l'intermédiaire des carbonates qui sont dissous finalement dans une solution bromhydrique.

Dans une première série de fractionnements, on recueille toutes les portions enrichies dès qu'elles atteignent une teneur en radium de 0,05 %, la solution des chlorures initiaux n'en contenait que 0,0001 % ; il en résulte ainsi un premier enrichissement de 1 à 125. Ce premier fractionnement s'effectue dans des cuves en fonte émaillée, au nombre de soixante, dont les dimensions vont en décroissant depuis l'entrée de la matière jusqu'à la sortie des cristaux enrichis.

Le travail est maintenant continué au laboratoire, il devient discontinu. Chaque campagne de

Digitized by Google

cristallisation porte sur une quantité de matière à 0,05 % contenant 2 à 3 grammes de radium, soit donc environ 5 à 6 kilos de mélange des chlorures.

Au cours de ces enrichissements, on élimine le plomb de temps en temps par un courant d'hydrogène sulfuré.

Toutes ces opérations exigent l'emploi d'eau distillée très pure, car les moindres traces d'acide sulfurique, non décelables avec le chlorure de baryum précipitent le sulfate de radium moins soluble que celui de baryum. On ajoute généralement un peu de chlorure de baryum à l'eau que l'on veut distiller, pour retenir les moindres traces d'acide sulfurique.

A l'usine d'Oolen, on arrête le dernier fractionnement quand le bromure de radium comporte une pureté de 95 à 96 %; c'est la forme marchande du radium.

Le bromure de radium cristallisé contenant 2 molécules d'eau doit être préalablement desséché pour éviter une décomposition de l'eau avec production de gaz tonnant. On obtient une dessiccation absolue en le chauffant, jusqu'à fusion; il se présente alors sous la forme d'une masse blanchâtre très lumineuse dans l'obscurité. On le conserve en tubes de verre scellés à la lampe. Nous avons vu le rôle important que jouent les mesures de radioactivité au cours du traitement; pour éviter l'action de toute activité parasite, le laboratoire où s'effectuent ces mesures est situé à 1 kilomètre de l'usine.

Quand on ne veut faire intervenir que les rayons γ du radium, on peut utiliser de préférence le sulfate de radium, sa grande insolubilité donne plus du garantie contre les pertes. Au contraire, si l'on veut travailler avec l'émanation, une forme soluble du radium est nécessaire, afin de pouvoir en dégager facilement cette émanation.

Voici la teneur en radium des principaux sels qui se trouvent dans le commerce :

$RaCl^2$	76,1 %
$RaBr^2$	58,6 —
$RaBr^2.2H^2O$	53,6 —
SO^4Ra	70,2 —

STATISTIQUE DU RADIUM

La mine de Joachimstahl aurait produit jusqu'en 1922, 23 grammes de radium.

Nous pouvons admettre que la production européenne a été d'environ 60 grammes avant la mise en marche de l'usine belge.

Toutes les fabriques de radium avaient été fortement atteintes par la concurrence américaine qui avait, comme je l'ai déjà dit, réalisé presque un monopole de fait.

D'après M. K. L. Kithill, l'un des directeurs de l'usine américaine de Denver, on aurait retiré de la carnotite 160 à 165 grammes de radium (1).

Depuis que la Société Minière du Haut-Katanga a jeté son radium sur le marché, la plupart des usines ont dû cesser leur fabrication; les installations formidables érigées par les Américains sont maintenant au repos, attendant l'épuisement des minerais belges pour reprendre leur fabrication. Nous n'avons d'ailleurs aucun renseignement sur la possibilité d'une telle éventualité, car la Société du Haut-Katanga garde jalousement secrets les résultats de ses prospections.

Quoi qu'il en soit, l'usine d'Oolen qui sortit ses premiers échantillons de radium en août 1922, produisit cette même année près de 15 grammes de radium; dans l'année suivante, elle a fonctionné avec un rendement de 4 grammes par mois, elle aurait donc pu produire jusqu'à la fin de 1924 jusqu'à 110 grammes de radium. Toutefois, un tel régime de production n'étant pas en rapport avec le régime de vente, elle a dû ou bien ralentir sa production, ou bien accumuler des stocks; en fait, d'après les journaux financiers, sa vente aurait été limitée pendant 1924 à 22 grammes de radium.

Il résulte de cet exposé, que nous nous éloignerons peu de la réalité en admettant que le radium répandu actuellement dans le monde (y compris les stocks belges) représente de 300 à 310 grammes, d'une valeur de plus de 300 millions.

En 1923, les hopitaux et les Instituts médicaux des Etats-Unis possédaient ensemble plus de 120 grammes de radium; une autre quantité, beaucoup plus faible d'ailleurs, était entre les mains des savants dans les Universités et les Instituts scientifiques. L'Amérique possède donc à elle seule plus de la moitié du radium.

Si l'on pouvait réunir les 300 grammes de radium qui sont maintenant isolés, pour en séparer l'émanation, on obtiendrait 20 mm^3 d'émanation, susceptibles de dégager par heure 31 cal. kilog.

Comment a varié le prix du radium?

Nous donnons ici un tableau des prix en dollars du milligramme de radium élémentaire, depuis 1904:

1904	10 à 25 d.
1905	25 à 50
1906	60
1909-10	75 à 135
1911-12	150
1912-14	180
1915	160
1916 à 1922	120, 110, 105
1923	70

(1) Les 165 grammes américains auraient été évalués aussi bien en radium élément qu'en sel de radium anhydre ou hydraté, de telle sorte qu'il faudrait réduire ce chiffre d'une façon sensible et tous ceux qui résultent de l'intervention de ce dernier.

Digitized by Google

Le prix du radium s'est donc élevé rapidement depuis 10 dollars jusqu'à 160 dollars, en passant par un maximum de 180.

Le radium des carnotites américaines en a abaissé le prix de 160 à 120-110 ; il paraissait se stabiliser autour de 110 dollars, quand intervint le radium belge qui en fit tomber le prix à 70 dollars.

En comptant le dollar à 20 francs, le milligramme de radium coûte actuellement près de 1.400 francs.

Le commerce du radium exige une organisation compliquée, car il faut atteindre une clientèle spéciale, celle des médecins et des hôpitaux. Le producteur de radium doit faire l'éducation de ses clients, supporter des frais d'écoles et de revues médicales, rechercher d'une façon permanente de nouveaux débouchés. Les Américains avaient créé, en dix ans d'efforts, un puissant organisme d'instruction et de propagande. Aussi, l'Union minière a-t-elle conclu avec les deux principaux groupes producteurs américains, la *Standard Chemical C°* et la *Radium of Colorado C°*, un contrat qui lui permet d'utiliser à son profit les organismes américains de propagande en faveur du radium. Ces sociétés productrices se sont ainsi transformées en agents commerciaux.

L'Union Minière en abaissant le prix de revient du radium de 100 à 70 dollars contribuera sans doute à en développer les heureuses et utiles applications. Il est juste d'ajouter en terminant que cette Société a mis gracieusement 2 grammes de radium à la disposition de la fondation Curie.

APPLICATIONS DU RADIUM

La seule application pratique du radium repose sur son rôle comme agent thérapeutique.

Nous ne voulons pas pénétrer ici sur un domaine qui n'est pas de notre compétence et nous nous contenterons d'indiquer que le traitement par le radium a donné souvent d'heureux résultats dans les traitements des lupus et des ulcères superficiels, dans l'artériosclérose, la goutte, le rhumatisme, etc. Toutefois, on l'utilise surtout dans la lutte contre le cancer.

La technique thérapeutique du radium est fort compliquée. En effet, le radium émet des radiations qui ne sont autres que des rayons X très pénétrants ; il projette en outre des électrons animés de grande vitesse et doués d'un certain pouvoir pénétrant et quatre groupes de particules α caractérisés chacun par une vitesse particulière. Ces dernières particules qui sont dénuées de tout pouvoir pénétrant, ne peuvent agir que sur les surfaces des tissus en contact avec le radium. On peut aussi injecter une solution très étendue d'un corps actif dans un organe, on soumet alors cet organe à l'action de toutes les radiations en chacun de ses points.

Chacune de ces radiations a évidemment, sur un tissu donné, une action spécifique qui est d'autre part fonction de sa durée d'action et de son intensité. On entrevoit tout de suite combien il est difficile de sélectionner ces différentes actions pour manifester et bien dégager le rôle individuel de chaque radiation. Tout ceci permet de se rendre compte de la complexité des problèmes qui se posent dans l'emploi du radium en thérapeutique.

Camille MATIGNON,
Professeur au Collège de France.

LA SIXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE DE LA CHIMIE

La Sixième Conférence Internationale de la Chimie s'est tenue à Bucarest du 22 au 25 juin, sous la présidence de Sir William Pope, F. R. S., Professeur à l'Université de Cambridge, Président de l'Union Internationale de la Chimie pure et appliquée.

Au lendemain d'une réception intime des délégués par M. le président du Comité Local d'Organisation et M^me^ Minovici, eut lieu, à l'Athénée Roumain, la séance solennelle d'ouverture de la Conférence, sous la présidence de Son Altesse Royale le Prince Héritier.

S. A. R. le Prince Héritier souhaita en termes particulièrement chaleureux la bienvenue aux Chimistes et Techniciens étrangers et tint à souligner combien le choix de la Roumanie, comme siège de la Sixième Conférence, honorait son pays et présentait pour lui une importance capitale. M. le D^r^ Angelescu, Ministre de l'Instruction Publique, salua, au nom du Gouvernement, les Membres de la Conférence et fit ressortir tout l'intérêt de la Science Chimique pour la Roumanie dont la fécondité du sol et les richesses du sous-sol offrent un très vaste champ d'activité aux recherches scientifiques. MM. le D^r^ I. Costinescu, maire de Bucarest, et Ermil Pangrat, ancien Ministre, Recteur de l'Université, adressèrent également des paroles de bienvenue aux délégués étrangers.

M. le Professeur S. Minovici, Président du Comité Local d'Organisation, rappela l'historique de l'Union Internationale de la Chimie pure et appliquée et la part prise par la Roumanie à ses travaux. Il remercia S. A. R. le Prince Héritier et le Gouvernement pour le précieux appui donné à la Conférence. Sir William Pope, Président de l'Union, rendit hommage à la Science roumaine et en particulier aux travaux des chimistes Istrati et Poni dont les recherches sont appre-

Digitized by Google

ciées dans le Monde entier. Il exprima tous ses remerciements au Comité local d'organisation d'avoir donné aux délégués étrangers l'occasion de visiter la Roumanie et de jouir de la traditionnelle hospitalité du peuple roumain.

La Sixième Conférence de la Chimie comportait, comme les Conférences précédentes, les réunions du Conseil, de l'Assemblée générale et des diverses Commissions de l'Union Internationale. Avant de commencer leurs travaux, les délégués eurent à cœur de rendre visite à la tombe du Soldat inconnu.

Le Conseil de l'Union se réunit, dans l'après-midi du 22 juin, pour statuer sur une nouvelle demande d'adhésion et préparer l'Assemblée Générale.

La Lettonie, dont la Société Chimique avait fait parvenir l'adhésion, fut admise à l'unanimité. Cette admission porte à vingt-huit le nombre des pays adhérents.

L'Assemblée Générale qui suivit approuva le rapport du Président, Sir William Pope, sur la gestion du Conseil, ainsi que le rapport du Commissaire financier, M. Jean Voisin, sur les comptes de l'exercice clos et le projet de budget de l'année en cours. Elle procéda ensuite à la répartition du travail entre les commissions de la Conférence.

Dix-huit pays étaient représentés :

Argentine, Australie, Belgique, Chili, Danemark, Espagne, Esthonie, États-Unis, France, Grande-Bretagne, Grèce, Italie, Japon, Pays-Bas, Pologne, Roumanie, Royaume des Serbes, Croates et Slovènes, Tchécoslovaquie.

Les Commissions de la Conférence se réunirent le 23 et le 24 juin. Leurs présidents ou rapporteurs firent au Conseil de l'Union, dans la dernière séance, un exposé de leurs travaux et soumirent à son approbation les résolutions formulées.

Indépendamment des conclusions des diverses commissions, le Conseil avait à se prononcer sur la revision des Statuts de l'Union conformément aux décisions prises à Copenhague. Le Comité restreint chargé d'étudier la question et de présenter un projet complet de Statuts revisés n'ayant pas terminé ses travaux, le Conseil reporta à la Conférence suivante l'examen des modifications à apporter aux Statuts.

Au cours de la dernière Conférence, le Conseil avait décidé d'inscrire à l'ordre du jour de sa session de 1925 cette résolution :

« L'Union Internationale de la Chimie pure et appliquée « émet le vœu que le Conseil International de Recherches « modifie ses Statuts, de telle manière que chaque pays « entrant dans la Société des Nations puisse éventuelle- « ment être admis dans les Unions affiliées au Conseil Inter- « national de Recherches. »

L'examen de cette résolution donna lieu à un échange de vues entre les diverses délégations. Trois tendances se manifestèrent : la première contre tout changement des Statuts du Conseil International de Recherches ; la deuxième pour le vote de la résolution inscrite à l'ordre du jour ; la troisième pour le vote de cette même résolution mais en supprimant le critérium de la Société des Nations, dans le but de permettre aux Nations qui n'en font pas partie d'être admises, après vote, au Conseil International de Recherches et éventuellement aux Unions qui en dépendent.

A la suite d'un débat assez long et d'un vote préliminaire sur l'opportunité de faire modifier les Statuts du Conseil International de Recherches, la résolution inscrite l'année dernière à l'ordre du jour de la présente Conférence fut votée à l'unanmité.

Conformément aux Statuts, le Conseil avait à procéder à l'élection de son Bureau et à la nomination des Membres des Commissions permanentes pour une période de trois années.

Furent élus par acclamations :

Président : M. Ernest Cohen (Pays-Bas).

Vice-Présidents : MM. Gabriel Bertrand (France) ;
Stéphen Minovici (Roumanie) ;
Raffaelo Nasini (Italie) ;
James F. Norris (Etats-Unis) ;
Amé Pictet (Suisse) ;
Frédéric Swarts (Belgique).

Secrétaire Général : M. Jean Gérard (France).

Le Conseil nomma ensuite les Membres de la Commission des Finances, de la Commission des Éléments Chimiques, ainsi que des Comités du Travail de Réforme de la Nomenclature de Chimie Inorganique, de Chimie Organique, de Chimie Biologique ; du Comité d'Établissement d'un Étalon thermo-chimique et du Comité des Symboles physico-chimiques.

Il ratifia les désignations faites par les Organismes officiels adhérents pour les Commissions de Réforme de la Nomenclature de Chimie inorganique, de Chimie organique et de Chimie biologique ; et pour les Commissions de Documentation, des Étalons physicochimiques, des Produits purs pour Recherches, des Tables de Constantes, des Combustibles solides, des Combustibles liquides et gazeux, des Produits céramiques. de Bromatologie, de la Propriété scientifique et industrielle, d'Hygiène industrielle.

La Belgique avait manifesté le désir que l'Union étudie la meilleure méthode de conservation des papiers et encres des archives et la Roumanie avait émis le vœu que l'Union s'occupe des questions de Chimie Agricole. Il fut décidé de charger de l'étude de ces deux questions les sections intéressées du Comité Consultatif de l'Union où sont déjà représentés un certain nombre de pays. Ce Comité formé d'autant de sections qu'il y a de branches différentes dans la Chimie pure et appliquée n'a pas encore fonctionné. Ses travaux peuvent aboutir à des résultats importants au point de vue de la poursuite en commun de certaines recherches d'intérêt international, de l'unification des méthodes d'examen et d'analyse, du classement type et du conditionnement des matières premières et des produits manufacturés, de la standardisation technique.

Le Conseil avait enfin à choisir le siège de la Septième Conférence de l'Union. La délégation américaine renouvela l'invitation déposée les années précédentes. Les États-Unis devant commémorer en 1926 le cent cinquantenaire de leur indépendance et l'American Chemical Society, le cinquantenaire de sa fondation, elle fit valoir qu'il ne peut être d'occasion meilleure pour les Chimistes européens de prendre contact avec leurs collègues de ce pays. Son invitation fut acceptée à l'unanimité.

La Conférence annuelle de l'Union se tiendra en 1926 à Washington au mois de septembre ; mais l'éloignement des États-Unis pouvant empêcher un grand nombre de Membres des Commissions de prendre part à la session, le Conseil décida qu'elles ne s'y réuniraient pas. Qu'aucune question nécessitant un vote ne serait inscrite à son propre ordre du jour et que la Conférence consisterait surtout en de grands débats d'ordre scientifique sur des questions d'actualité.

Deux sujets importants furent déjà traités cette année : « Le problème de l'Azote », par M. F. Giordani, professeur à l'École Polytechnique de Naples ; « Les Relations entre la constitution chimique des corps et leurs propriétés physiologiques » par M. E. Fourneau, Membre de l'Académie de Médecine, Chef de Service à l'Institut Pasteur. Leur audition, suivie pour le premier de ces sujets, d'une discussion tout à fait intéressante, compléta d'une manière très heureuse les travaux des commissions de la Sixième Conférence Internationale de la Chimie.

Digitized by Google

Les délégations étrangères conserveront de cette session de l'Union l'impression la plus forte et la plus durable. La ville de Bucarest s'était parée, pour les accueillir, d'oriflammes et de drapeaux aux couleurs des nations représentées. Toute la société roumaine s'était unie pour les recevoir. Il faudrait de longues pages pour dire le charme des réceptions qui leur furent faites et la délicatesse des attentions qui, à chaque moment, leur furent prodiguées pendant la durée de leur séjour.

Jean GÉRARD,
Secrétaire général de la Société de Chimie industrielle.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juin 1925). — *Théorie des fonctions.* 1. Après avoir remarqué que tous les ensembles non mesurables B, nommés jusqu'ici, sont tous projectifs, M. *N. Lusin* montre qu'il existe une fonction projective numériquement égale à la fonction $\varphi(t\,x)$ de H. Lebesgue (il s'agit de la fonction φ qui échappe à tout mode de représentation analytique); l'Auteur revient en outre sur les difficultés de la théorie des ensembles projectifs.

2. Supposant qu'il existe, dans l'espace des $2n$ quantités complexes $y_1, \ldots, y_n$ un domaine D dont les transformés par un groupe de substitutions crémoniennes peuvent être ramenés en général à distance finie, M. *P.-J. Myrberg* montre qu'à un tel groupe on peut faire correspondre un système de fonctions automorphes.

3. M. *J.-L. Walsh* envisage la fonction entière, de genre $\leqslant 1$, $(fz)=e^{ax+b}\Pi$, a, b, et les zéros a_n du produit de facteurs primaires Π étant tous réels. Il associe à cette fonction une autre, analogue : $g(z)e^{=az+b}\Pi'$ les zéros α_n de Π' étant tels que $|a_n-\alpha_n|<r$; il montre alors que c_n étant les zéros (réels d'après Laguerre) de $f'(z)$, ceux de $g'(z)$ satisfont à des inégalités $|z-c_n|<r$.

4. Soit $\varphi_1(x), \ldots, \varphi_n(x)$ un système normé de fonctions orthogonales. M. *D. Menchoff* montre qu'on peut toujours trouver des constantes a_n telles que Σa_n^r soit convergente et que, pourtant, la série $\Sigma a_n \varphi_n(x)$ ne puisse être sommée par aucun procédé des types Poisson, Cesaro, (ou leurs généralisations).

Analyse. 1. M. *Benjamin Jekhowsky* utilise les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur pour généraliser les nombres de Cauchy étudiés par MM. J. et H. Bourget.

2. Soit $\{f_n\}$ une suite complète de fonctions continues, normales, et orthogonales; et soit E l'ensemble de toutes les suites $\{\alpha_n\}$ des coefficients de Fourier correspondants de toutes les fonctions continues. M. *Stéfan Banach* montre que sans connaître $\{f_n\}$, il suffit de connaître E et une suite $\{\alpha_n\}$ pour savoir si la série $\Sigma \alpha_n f_n$ converge uniformément ou non.

3. Généralisant un résultat classique de la théorie des substitutions linéaires d'une variable complexe, M. *P.-J. Myrberg* montre que dans le cas d'un nombre quelconque de variables la discontinuité propre d'un groupe de substitutions, dans un domaine d'existence, est une conséquence de l'absence de substitutions infinitésimales. La théorie des formes quadratiques fournit à l'Auteur des applications du résultat précédent.

4. Les travaux de M. Fréchet sur la différentielle des fonctions définies sur des ensembles abstraits fournissent à M. *Lawrence M. Graves* l'occasion d'étendre la formule de Taylor aux fonctions définies sur des espaces vectoriels; l'Auteur s'impose des conditions bien déterminées de continuité uniforme.

5. Au lieu de supposer, comme le fait la théorie classique, qu'une fonction $\alpha(x,y)+i\,\psi(x,y)$ est continue et monogène en tous les points d'un domaine D, on peut encore imaginer, comme le propose M. *D. Pompeiu*, que la fonction soit continue sur un ensemble C et monogène sur un ensemble M; mais des exemples simples montrent que l'ensemble M ne peut pas être quelconque — et doit avoir sans doute une étendue non nulle — si l'on veut assurer la *solidarité* des valeurs de la fonction dans son domaine d'existence.

6. M. *Maurice Fréchet* montre comment on peut définir la notion de polynome en Analyse abstraite, et comment on pourrait étendre dans cette voie le théorème général de Weierstrass sur la représentation des fonctions par des séries de polynomes.

7. M. *G. Valiron* signale un travail de M. A. Ostrowski définissant toutes les fonctions exceptionnelles J, ne possédant aucun ensemble de points où les familles $f(z+t)$, $f(z^n)$, $f(z_n)$] ne sont pas normales. Il montre ensuite qu'on peut former des fonctions méromorphes d'ordre arbitrairement élevé, et devenant complètement indéterminées sur tout chemin indéfiniment éloigné.

8. Poursuivant ses travaux antérieurs sur les applications de la méthode des approximations successives, M. *R.-H. Germay* étudie à ce point de vue les solutions périodiques infiniment voisines des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

9. M. *Armand Cahen* complète les résultats qu'il a obtenus récemment sur la périodicité des développements d'un nombre donné par le procédé des fractions continues généralisées.

10. Comme suite à ses travaux récents, M. *Léon Pomey* fait connaître un théorème d'existence pour les solutions des équations différentielles répondant à des conditions aux limites de forme très générale. Ce théorème assure l'unicité de la solution; d'autres cas, où le nombre des solutions est limité, se ramènent au précédent grâce à des remarques de H. Poincaré et J. Tannery.

Géométrie. M. *Tzitzéica* signale diverses propriétés de certaines courbes gauches, invariantes pour les groupes de transformations affines, qui conservent un point donné, à distance finie ou non. Par exemple, les asymptotiques d'un conoïde appartiennent nécessairement au second type.

Géométrie infinitésimale. M. *Bertrand Gambier* précise par des exemples explicites les résultats qu'il avait énoncés antérieurement sur certaines surfaces dont plusieurs asymptotiques (ou une infinité) appartiennent à un complexe linéaire. Ce problème, comme le problème analogue de M. Goursat (surfaces asymptotiques projectivement égales), dépend de l'étude de certaines équations différentielles.

Mécanique. M. *L. Lecornu* recherche les conditions que doit remplir une force agissant sur un point matériel pour que la vitesse varie comme le prévoit la théorie des

Digitized by Google

ondulations; il obtient des forces proportionnelles et normales au vecteur vitesse, analogues à la force centrifuge composée.

Géométrie et Mécanique physique. M. *Jules Andrade* complète un théorème de métrologie qu'il avait énoncé antérieurement; ses résultats permettent, notamment, de considérer certaines perturbations élastiques exercées sur une horloge élastique comme complètement négligeables.

Élasticité. La distribution des tensions d'un prisme ayant pour base un triangle rectangle isoscèle et soumis à une flexion sur une de ses bases fait l'objet d'une analyse détaillée de M. *B. Galerkin.*

Aérodynamique. Après avoir assimilé un anneau de fumée à un système matériel à quatre degrés de liberté de la mécanique rationnelle, M. *G. Bouligand* parvient à deux équations qui infirment les conclusions de M. Ball, mais concordent avec les résutats expérimentaux de M. Sadron.

Hydraulique. M. *de Sparre* détermine la vitesse de propagation du coup de bélier dans une conduite de béton armé suffisamment mince pour que l'allongement linéaire puisse être considéré comme constant dans l'épaisseur de la conduite. L'Auteur substitue à l'armature discontinue une armature continue de même masse et obtient alors la vitesse en fonction, notamment, du rapport des coefficients d'élasticité du béton et de l'acier : on déduit de là un moyen expérimental de calculer le coefficient de dilatation du béton.

Mécanique céleste. On sait que la théorie de la figure d'équilibre des masses fluides homogènes appliquée à la lune a donné pour l'allongement vers la terre du sphéroïde lunaire une valeur beaucoup plus petite que celle qui résulte de l'observation de la libration. M. *Jean Boccardi* étudie par des méthodes analogues les rotations propres de Mercure et de Vénus et il montre que la condition $\gamma \equiv \frac{a-b}{c} > o$ (qui diminue l'invraisemblance de l'égalité originelle de la rotation et de la révolution) n'a plus actuellement aucun sens physique : γ est, pour Vénus, de l'ordre du dix millionième.

Calcul des probabilités. 1. M. *M. Soubboline* fait remarquer que la loi de Gauss n'est qu'un cas très particulier d'une forme très générale de lois d'erreurs, dépendant d'un nombre arbitrairement grand de paramètres et pratiquement acceptables.

2. et 3. Après avoir calculé au moyen des fonctions de Bessel la probabilité pour qu'un point soit dans un cercle donné, M. *J. Haag* étudie la forme asymptotique de la probabilité pour qu'un point soit dans une aire donnée, le point obéissant à une loi de Gauss isotrope, dont le centre s'éloigne à l'infini suivant une direction déterminée.

4. M. *V. Romanovsky* utilise la théorie des équations intégrales pour le calcul de l'espérance mathématique (les variables étant à distribution normale) et pour la recherche des coefficients de corrélation et de régression.

René GARNIER.

Physique

Recherches récentes sur la théorie des quanta. — M. Louis de Broglie a publié récemment un Mémoire sur la théorie des quanta dans lequel il a porté son attention sur la synthèse entre la dynamique et l'optique.

Depuis son apparition dans la science, en 1900, la notion de quanta s'est présentée sous plusieurs formes différentes bien qu'apparentées. On pourrait supposer que le quantum de lumière est un point matériel, de masse propre nulle, se déplaçant avec la vitesse limite c de la lumière, de telle façon que l'énergie totale ait une valeur finie égale à $h\nu$. Il a paru plus vraisemblable à l'auteur, du point de vue physique, de lui attribuer une masse propre, très petite mais finie, et une vitesse très voisine de la vitesse de la lumière dans le vide c, mais légèrement inférieure. A des valeurs très peu différentes de la vitesse correspondraient ainsi des énergies et des fréquences très différentes. Cette hypothèse, séduisante par sa simplicité, rend compte très aisément de la pression de radiation et des diverses formes de l'effet Doppler; en développant une remarque faite par Léon Brillouin, on voit aussi qu'elle échappe à la célèbre objection suivant laquelle, dans la théorie corpusculaire de la lumière, la vitesse de propagation devrait être plus petite dans l'air que dans l'eau. Enfin, si l'on considère le rayonnement noir comme un gaz d'atomes de lumière en équilibre avec sa phase condensée, la matière, on s'aperçoit que la loi de Maxwell pour ce gaz est identique à la loi de répartition spectrale de Wien valable pour les hautes fréquences, et l'on peut même en calculer le coefficient numérique exact.

Comme l'électron, le quantum de lumière apparaît à l'auteur comme un centre de condensation de l'énergie entraînant avec lui toute une atmosphère d'énergie raréfiée; comme pour l'électron, c'est dans cette atmosphère qu'il faut sans doute localiser le phénomène périodique dont les phases se propagent sous forme d'ondes. Mais le quantum de lumière serait caractérisé par une symétrie particulière (polarisation) inconnue à l'électron et, de plus, les deux vitesses de phase et de groupe seraient, pour ces ondes, voisines de c (l'une par excès, l'autre par défaut). On se rapproche ainsi de la conception des ondes tachetées, souvent mise en avant depuis plusieurs années.

L'apparition, dans la théorie des quanta de lumière, d'une phase variable dans l'espace et dans le temps constitue assurément un progrès; mais dans quelle mesure peut-on donner, avec ces idées, une représentation convenable des phénomènes de l'optique ondulatoire? Dans ses travaux antérieurs, l'auteur s'est borné à considérer les probabilités d'émission et d'absorption du rayonnement par la matière en un point, comme liées à la superposition en ce point des ondes qui s'y croisent. Cette idée n'est qu'une suggestion assez vague, mais on peut faire remarquer en sa faveur qu'elle est apparentée aux conceptions récemment développées par Bohr, Kramers et Slater. Ces auteurs, déniant d'ailleurs toute réalité physique au transport de l'énergie par des ondes électromagnétiques, considèrent les processus atomiques d'émission et d'absorption comme soumis à des lois de probabilité dépendant de la superposition dans l'espace d'ondes virtuelles qu'émettraient les atomes suivant les lois classiques. Pendant chaque unité de temps, certains atomes passeraient d'un niveau énergétique à un autre plus élevé, en effectuant une transition au sens de Bohr; d'autres subiraient la transformation inverse, et la conservation de l'énergie serait assurée en moyenne, mais en moyenne seulement, puisque cette entité ne se transporterait pas réellement des atomes émetteurs aux atomes absorbants.

Le quantum de lumière est très probablement une réalité physique mais, s'il est soumis à sa propre réaction ou à celle d'autres quanta de même fréquence, son mouvement présente des particularités dont notre dynamique actuelle ne peut pas rendre compte. « La nouvelle Dynamique du point matériel doit être à l'ancienne (y compris celle d'Einstein) ce que l'Optique ondulatoire est à l'Optique géométrique. »

A. Bc.

Digitized by Google

Électricité

Les radio-communications par ondes courtes. — Le sénateur G. Marconi a exposé devant la Royal Institution (1) d'intéressantes expériences de radio-communications par ondes courtes. Au cours du printemps et de l'été 1923, il a vérifié que les ondes courtes peuvent couvrir de grandes distances le jour et surtout la nuit, et que leur transmission n'est entravée en rien par les montagnes. Les essais entre Poldhu en Cornouailles et diverses stations réceptrices situées, soit sur des bateaux au large, soit à Montréal, New-York, Rio de Janeiro, Buenos-Ayres et Sydney, ont tous réussi, y compris une communication téléphonique avec l'Australie, la première en date qui ait jamais pu être réalisée. A la station émettrice, la puissance cependant n'excédait en aucun cas 20 kilowatts. Les signaux étaient d'autant plus intenses que l'obscurité s'étendait davantage sur le trajet des ondes.

Pratiquement, on ne pouvait guère correspondre que de nuit, et cette limitation des heures de travail constituait évidemment un inconvénient sérieux. Afin d'y remédier, on entreprit en août dernier une autre série de recherches entre Poldhu et le yacht Elettra. Le yacht se rendit d'Espagne à Madère, puis en Italie. De Naples, il fit voile pour Beyrouth en Syrie, touchant à Messine et en Crète, puis retourna à Naples via Athènes.

On a constaté que la durée quotidienne utile de communication sur de longues distances augmente très rapidement à mesure que diminue la longueur d'onde. A Beyrouth, on recevait toute la journée l'onde de 32 m., tandis que pendant de nombreuses heures, l'onde de 92 m. restait imperceptible. Il en était de même à Madère malgré le fait que la distance, moitié de la précédente est entièrement maritime. Les observations ont confirmé, pour des ondes comprises entre 100 et 32 m., la décroissance très rapide, avec la longueur d'onde, de l'absorption provoquée par la lumière du jour.

On continua d'autres essais sur des distances beaucoup plus grandes. On a exécuté, en octobre dernier, des transmissions sur 32 m. d'onde, depuis Poldhu jusqu'à des récepteurs spécialement installés à Montréal, New-York, Rio, Buenos-Ayres et Sydney. Bien qu'à Poldhu on n'utilisât qu'une puissance de 12 kilowatts, il fut immédiatement possible de correspondre avec New-York, Rio et Buenos-Ayres, quand tout le parcours subissait la lumière du jour.

Depuis nos pays jusqu'à des stations de l'hémisphère austral, telles que Sydney, Buenos-Ayres, Rio-de-Janeiro et Cape Town, le parcours des ondes est toujours partiellement éclairé, de sorte qu'en moyenne l'effet total est toujours sensiblement le même. Durant novembre, on a exécuté en Angleterre quelques essais heureux de réception ; la station transmettrice en Australie utilisait des ondes de 87 mètres. En décembre, on a refait avec une puissance de 15 kilowatts de essais entre Poldhu et le Canada, les États-Unis, le Brésil, l'Argentine et l'Australie. On a aussi correspondu pour la première fois avec Bombay et Karachi dans l'Inde et Cape Town dans le Sud Africain.

Marconi préconise les radio-communications par ondes courtes. Il attire l'attention sur l'exagération toujours croissante des dimensions et de la puissance des stations à grandes ondes, question qui devient sérieuse du point de vue financier. Par exemple, la nouvelle station de Buenos-Ayres, qui travaille sur des ondes de 12.000 m. à 16.000 m., utilise 80 kilowatts. Son antenne est montée sur dix pylones de 200 mètres. La station du British Post Office près de Rugby, doit utiliser 1.000 kilowatts et les seize pylones de son antenne atteindront 250 mètres, Selon Marconi, les essais préliminaires dont on vient de parler permettent d'envisager, avec l'utilisation des ondes courtes, une économie très appréciable. Il y a en outre l'avantage que cette transmission est moins affectée que l'autre par les perturbations parasites. S. V.

(1) Conférence du 11 décembre 1924.

Chimie

Les combinaisons possibles de l'hélium. — On regarde en général comme inertes les gaz hélium, néon, argon, krypton, xénon et radon qui occupent la première colonne de la classification périodique de Mendeleef avec la valence zéro. Cependant, certaines investigations, en particulier l'analyse par rayons positifs, ont conduit à ne pas conserver à cet égard des idées trop absolues. Nous rendrons compte ici de deux séries d'expériences d'ordre chimique où l'on a examiné la possibilité pour l'hélium de s'associer à d'autres éléments.

Mainley (1) annonce qu'il considère avoir réalisé une combinaison d'hélium et de mercure en soumettant le système des deux éléments à la décharge électrique. L'héliure de mercure serait stable, du moins au-dessous du rouge. A mesure qu'il se forme, on voit diminuer le volume correspondant de l'hélium employé et pour retrouver le volume initial, il suffit de chauffer à température convenable.

On a soumis à des contrôles optiques le mélange d'hélium et d'héliure. Son indice de réfraction, observé par interféromètre Jamin, augmente pendant la formation du composé. D'autre part, par l'examen spectroscopique, on n'aperçoit pas tout d'abord la raie verte du mercure, de longueur d'onde 5.460,7 Å. Mais, à mesure que la bobine fonctionne, la raie, d'abord faible, s'intensifie régulièrement, et dans certains cas devient *tout à fait* brillante.

D'après l'analyse quantitative de l'héliure de mercure, la formule la plus simple à attribuer à ce composé serait $He_2 Hg_1$.

Un autre chercheur, E. H. Boomer, à la suggestion de Sir Ernest Rutherford, a entrepris de vérifier les vues de Franck, qui envisage l'existence d'une forme métastable d'hélium, susceptible de former des composés chimiques.

Il a examiné des mélanges d'hélium et de vapeurs de mercure, d'iode, de soufre et de phosphore soumis à un bombardement électronique, en présence de surfaces refroidies par l'air liquide. L'hélium disparaît presque complétement à un taux beaucoup plus élevé qu'il ne le fait dans un tube à décharge dans les conditions ordinaires. Des substances, que l'auteur considère comme des composés de l'hélium, se déposent sur la paroi froide où elles s'accompagnent d'un excès de l'autre élément utilisé.

La tension de vapeur des substances obtenues est de 0,mm.005 de mercure à — 185°. En les laissant réchauffer il y a, à température donnée, décomposition brusque et on récupère la quantité initiale d'hélium. Cette température est approximativement de — 70° pour le mercure et l'iode, et de — 125° pour le souffre et le phosphore. Les composés du mercure et de l'iode n'ont pas l'aspect des éléments purs, qui ne se manifeste qu'à la température de décomposition. Dans le cas du phosphore, le

(1) Mainley *Nature* (de Londres), 13 décembre 1924, 7 mars et 20 juin 1925.

Digitized by Google

dépôt est jaune, tandis qu'en l'absence de réaction c'est du phosphore rouge qu'on obtient, du fait qu'on assujettit la vapeur à passer sur un filament chaud.

E. H. Boomer (1) annonce encore d'autres recherches en cours sur la vitesse des réactions et la détermination de la composition des produits.

D'après l'une et l'autre série d'expériences passées ici en revue, il semble donc que sous certaines conditions l'hélium soit susceptible d'entrer en combinaison.

S. V.

(1) E.-H. Boomer, *Nature* (de Londres), 3 janvier 1925.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Enseignement

Le nouvel Institut Polytechnique de l'Université de Grenoble. — L'Institut Électrotechnique de Grenoble, fondé en 1898, est issu d'un cours d'Électricité industrielle, professé dès 1892 par M. Paul Janet. Le succès de cet Institut auquel diverses annexes furent successivement adjointes, a été grandissant, et à l'heure actuelle, sous la direction de M. Barbillon, un noyau d'Écoles techniques spéciales, conçues sur un plan tout à fait nouveau, forme un centre d'enseignement technique remarquable et par la conception même, ayant rompu avec les méthodes surannées d'enseignement, et par la diversité des études qui sont poursuivies. Quant à la valeur des techniciens qui en sortent, elle est non seulement reconnue, mais, en outre, il faut songer que ce sont les industriels eux-mêmes qui, dans bien des classes de l'enseignement, font connaître leurs desiderata et demandent qu'on leur prépare les techniciens exactement adéquats à leurs industries. C'est ainsi par exemple, qu'est née l'excellente École française de papeterie dont l'action efficace pour le perfectionnement de l'industrie papetière est déjà si considérable.

A l'heure actuelle, l'ensemble des Écoles et des Laboratoires, formant l'Institut Polytechnique de Grenoble, comprend les enseignements d'Électricité industrielle, d'Électrochimie et d'Électrométallurgie, de Papeterie, etc. ; une Usine d'application d'une puissance globale de 1.000 chevaux, des Laboratoires d'essais et de contrôle pour appareils industriels et appareils de mesure.

L'ensemble des constructions édifiées en pleine ville de Grenoble, sur plus d'un hectare et demi de surface, groupe, autour d'une station centrale, des Laboratoires de métallurgie physique et de mécanique appliquée, douze salles de travaux pratiques : électricité, mesures de physique industrielle, mécanique, chimie générale et industrielle.

L'École de papeterie occupe une place importante dans l'ensemble, car elle comprend toute la disposition ordinaire des machines continues de cette industrie, véritable petite usine.

Enfin deux vastes amphithéâtres de cours, des laboratoires spéciaux pour les divers professeurs, forment le complément indispensable de ce remarquable groupe de laboratoires d'enseignement. L. R.

Chimie agricole

Influence des microbes sur la fertilité du sol. — Une intéressante communication, faite par le Dr J. Stoklasa, directeur de la station expérimentale de la République Tchécoslovaque, vient d'attirer l'attention de l'Académie d'Agriculture sur le rôle des microbes dans la terre arable. Les expériences personnelles de M. Stoklasa sont exposées avec quelques détails, elles témoignent d'un progrès considérable dans la connaissance de la modification des éléments de la fertilité.

M. Stoklasa constate au début de son travail qu'il existe dans les excréments utilisés comme engrais une quantité considérable de microbes : 18 à 27 % en poids de la substance sèche des excréments sont constitués par des microbes, soit deux cent millions de microbes vivants par gramme d'excréments secs de bovidés, 400 millions par gramme d'excréments de cheval, 500 millions par gramme d'excréments humains.

Les bactéries qui participent dans le sol aux transformations des composés azotés contiennent 42 à 48 % de carbone. M. Stoklasa conclut que de tous les éléments biogènes c'est de carbone que ces bactéries ont le plus besoin. Il rappelle d'ailleurs la composition des bactéries importantes dans le cycle de l'azote. Voici trois analyses :

	% de la substance sèche		
	Azotobacter chlorococcum	Bacillus micoides	B. fluorescens liquefaciens
Azote	11.3	10.84	9.74
P^2O^5	4.93	4.07	5.02
SO^3	0.29	0.49	0.38
K^2O	2.41	2.27	2.27
Na^2O	0.07	0.12	0.12
MgO	0.82	0.48	0.33
CaO	0.34	0.56	0.42
Fe^2O^3	0.08	0.05	0.06
Cendres pures	9.66	8.50	7.78

Pour la constitution de certaines de leurs substances azo-

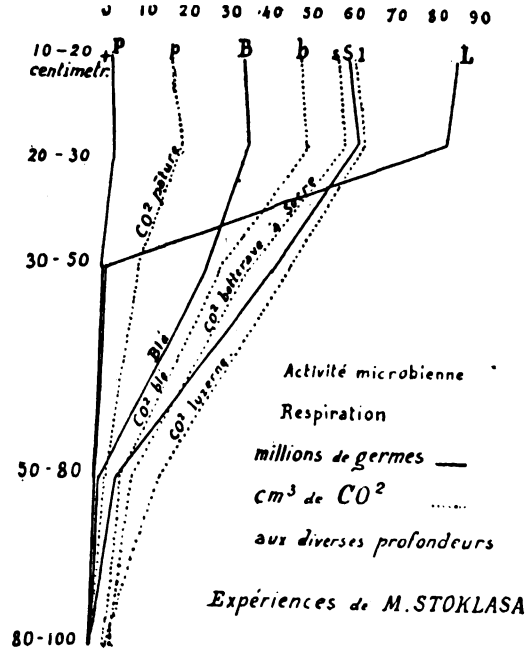


FIG. 370.

tées, plastiques et primaires (protéines, nucléoprotéines, etc.) les microorganismes du sol assimilent l'azote sous forme élémentaire, ainsi que les ions ammonium, SO^4, PO^4, etc. L'assimilation des ions ne peut avoir lieu qu'en présence de tout ce qui est nécessaire à la végétation, particulièrement en présence d'une substance carbonée

Digitized by Google

convenable et de tous les éléments minéraux nécessaires.

Des nombreux travaux antérieurs de l'auteur, il résulte que la fertilité du sol est en rapport direct avec la présence de bactéries actives.

Une très intéressante expérience, exposée par M. Stoklasa, montre l'influence du gaz carbonique dans la solubilisation des éléments fertilisants.

Une terre argileuse homogène fut délayée dans de l'eau puis on y fit barboter pendant trois semaines un courant de CO^2. Pour un kilo de terre, les substances dissoutes furent, en grammes :

P^2O^5	0.0248
K^2O	0.0105
Fe^2O^3	0.0130
CaO	0.386
MgO	0.0117

Dans ce sol un champ d'études fut constitué ainsi :

Une parcelle laissée en pâture,
Une parcelle en luzerne,
Une parcelle labourée tous les ans et semée en blé,
Une parcelle en betterave sucrière.

L'expérience dura quatre ans. Au bout de ce temps on mesura les quantités de CO^2 expiré en moyenne par 24 heures par les microorganismes du sol pour 1 kilo de terre à 25 % d'eau, à la température de 20° C. Voici les résultats résumés :

Parcelle ayant servi de pâture couche arable profonde	nombre de germes par gramme	CO^2 respiré en 24 h. pour 1 kg. de sol en mgr.
de 10 à 20 cm.	2.300.000	16.5
20 — 30	2.500.000	19.4
30 — 50	140.000	9.8
50 — 80	12.000	3.3
80 — 100	5.000	2.1

Pour la parcelle en luzerne, les nombres correspondants sont :

de 10 à 20 cm.	84.800.000	60.6
20 — 30	82.500.000	62.8
30 — 50	1.600.000	46.2
50 — 80	540.000	16.3
80 — 100	72.000	3.7
Parcelle en blé :		
10 — 20	34.000.000	47.5
20 — 30	35.600.000	49.7
30 — 50	26.000.000	28.5
50 — 80	2.200.000	6.6
80 — 100	49.000	4.3
Parcelle en betterave :		
10 — 20	58.700.000	56.4
20 — 30	61.200.000	58.2
30 — 50	42.000.000	36.4
50 — 80	5.500.000	8.3
80 — 100	200.000	4.8

Il est frappant de constater l'extraordinaire activité microbienne des sols travaillés et plus encore des sols en luzerne, par rapport à la pâture non cultivée. Le graphique ci-joint permet de s'en rendre compte immédiatement.

Les quantités d'acide phosphorique et de potasse absorbées en 4 ans par les récoltes furent par hectare :

Pâturage	P^2O^5	60 k. 86	K^2O	83 k. 45
Luzerne (racines récoltées la 4e année)		138,68		165,32
Blé (racines récoltées tous les ans)		106,19		98,29
Betterave à sucre		100,95		324,77

Ces expériences font ressortir le rôle des microbes dans la solubilisation, l'absorption par les plantes des phosphates insolubles dans l'eau et du silicate de potasse.

Toutefois, dit M. Stoklasa, les bactéries ne sont pas seules à solubiliser les ions phosphate et potasse : le gaz carbonique dégagé par les racines joue certainement un rôle important.

Pour pénétrer plus avant dans la connaissance du mécanisme des ions par les racines, l'éminent agronome a étudié :

I l'acidité du suc des racines des plantes cultivées.

II la quantité du CO^2 respiré par les racines.

III la quantité de bactéries dans la rhizosphère des racines.

IV l'intensité respiratoire des bactéries de la zone rhizosphère.

V. la concentration des ions-hydrogène dans la terre de la zone rhizosphère des principales plantes.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Plantes étudiées	I p H dans Suc radiculaire.	II CO^2 respiré mgr. en 24 h. par 1 gr. de racine sèche.	III germes dans 1 g. de terre sèche millions.	IV CO^2 en 24 h. à 18°, par k. de terre à 25 0/0 d'eau. mg. rap. à 1 k. de terre sèche	V p. H terre de la zone rhizosphère
Zea mais	6.4	125.5	62	70.6	6.52
Triticum vulgare	6.9	74.6	49	69.4	6.73
Secale cereale	6.8	110.8	42	68.2	6.44
Hordeum distichum	6.9	70.5	51	61.3	6.59
Avena sativa	6.6	118.9	45	59.0	6.42
Beta vulgaris	6.4	130.6	78	74.3	6.89
Solanum tuberosum	7.0	82.3	46	58.5	6.50
Medicago sativa	6.8	160.5	120	86.8	6.89
Trifoloum pratense	6.6	164.8	98	82.4	6.66
Polygonum fagopyrum	6.2	128.0	63	78.7	»

Il y a donc peu de variations de pH dans la sève des racines des diverses plantes. Cette acidité, dit l'auteur, est insuffisante pour solubiliser les éléments minéraux du sol. C'est le trèfle, puis la luzerne, qui dégagent le plus de CO^2 de leurs racines. Dans les céréales le maïs et l'avoine ont donné le plus fort dégagement de CO^2.

La grande importance de l'intensité respiratoire pour chaque plante est mise en relief par les expériences de culture sur sols formés de roches et de minéraux pulvérisés.

Les essais concordent absolument avec les données de la pratique agricole en ce qui concerne l'utilisation des phosphates peu solubles et du silicate de potassium : les dispositifs d'expérience excluant les microbes ont donné une absorption en effet plus faible pour les céréales que pour les autres plantes (essais avec basalte, gneiss, phosphates de gafsa, phonolites moulus).

Par contre dans des milieux de culture de composition correspondante, mais inondés des bactéries actives des rhizosphères (région pilifère des racines) des différentes plantes à cultiver, on obtint des récoltes plus élevées que les témoins de 18 à 27 % la première année, de 32 à 48 % la deuxième année, de 53 à 61 % la troisième année. La terre non inoculée contenait 4 à 8 millions de germes par gramme, la terre inoculée 40 à 68 millions.

Pour les céréales, l'absorption des ions-phosphate est toujours plus considérable que celle des ions potassium, calcium et magnésium.

Digitized by Google

Chez la betterave l'absorption des ions potassium, calcium, magnésium, est plus considérable que celle des ions phosphate. Chez les légumineuses les choses se passent de la même façon mais avec une absorption plus forte des ions phosphates.

La propriété individuelle caractéristique des racines des diverses plantes d'absorber soit un surplus d'anions soit un surplus de cathions serait un facteur biologique fondamental, qui régirait toute la question des assolements en agriculture. Ce principe expliquerait pourquoi on doit cultiver des graminées après les betteraves et du trèfle après les graminées..

Les différences dans l'intensité respiratoire des diverses plantes doivent influer beaucoup sur l'absorption des matières nutritives, mais c'est surtout l'action des bactéries qui doit influer à cet égard. Les bactéries dégagent outre CO^2 en abondance, des acides acétique, butyrique, formique, qui solubilisent les phosphates et les silicates insolubles.

M. Stoklasa a poussé la vérification de ces phénomènes en dénombrant les germes qui se trouvent dans la terre adhérant à la rhizosphère : 120 millions par gramme pour la luzerne, 78 pour la betterave, 65 pour le maïs, 45 à 51 pour les céréales. L'intensité respiratoire des bactéries des légumineuses est beaucoup plus forte que celle des bactéries de céréales. La terre examinée près des racines a une réaction toujours très légèrement acide, presque neutre.

Le rôle des bactéries des rhizosphères paraît donc très important et il est maintenant assez bien mis en lumière; l'auteur pense qu'un grand progrès sera fait lorsqu'on pourra fertiliser le sol par l'apport des bactéries spécifiques de chaque plante cultivée envisagée. L. R.

Industrie

L'utilisation des scories et des cendres industrielles. — Les scories provenant de l'incinération des ordures ménagères, et les cendres industrielles, constituent deux catégories de sous-produits d'une utilisation difficile, entraînant, par suite, une perte considérable due, non seulement à leur évacuation (manutention et charrois), mais aussi à leur encombrement qui immobilise des terrains d'une superficie considérable, ainsi destinés, la plupart du temps, à demeurer définitivement improductifs.

Les recherches pour l'utilisation de ces sous-produits ont porté, depuis la guerre, sur leur transformation en briques de construction dont le débouché était d'autant mieux assuré que le prix des briques ordinaires avait considérablement augmenté.

La nouvelle fabrication est aujourd'hui entrée dans le domaine industriel, particulièrement en Angleterre (*Revue des Matériaux de Constr. et de Trav. publics*).

Ces briques, de couleur bleu d'ardoise, possèdent une bonne résistance à l'écrasement et un faible pouvoir absorbant.

Fabrication. — Les matières premières sont pulvérisées (tamis de 8 mailles par pouce) et liées avec de la chaux éteinte dont l'hydratation peut se faire par n'importe quel procédé; toutefois, dans les grandes installations, il est préférable d'employer des extincteurs mécaniques, comme par exemple le Sutcliffe-Speakman : « Cet extincteur consiste en deux ou plusieurs cylindres horizontaux superposés, en acier à double enveloppe, dans le premier desquels la chaux, après avoir été broyée pour passer à travers un tamis à mailles de deux pouces, est additionnée de la quantité d'eau nécessaire. La chaux est tenue en agitation constante et parcourt toute la longueur des différentes chambres, l'allure du mouvement étant réglée pour donner un produit parfaitement hydraté. »

De l'extincteur la chaux hydratée passe automatiquement dans un doseur et, de là, dans un élévateur. Les appareils doseurs permettent d'obtenir des mélanges toujours uniformes, ayant les mêmes teneurs en scories et en chaux, soit pour cent : 88 de scories et 12 de chaux hydratée ou 85 de scories et 15 de chaux.

Le mélange se fait dans un broyeur à meules (celles-ci pesant chacune, environ, 2.500 kg.).

La qualité de la brique dépend non seulement du dosage des matières premières et de l'homogénéité du mélange, mais aussi de la compression.

Cette fabrication nécessite donc l'emploi de presses puissantes donnant une pression d'au moins 150 à 175 kg. par cm^2; on doit opérer lentement afin d'expulser entièrement l'air renfermé dans la masse à comprimer.

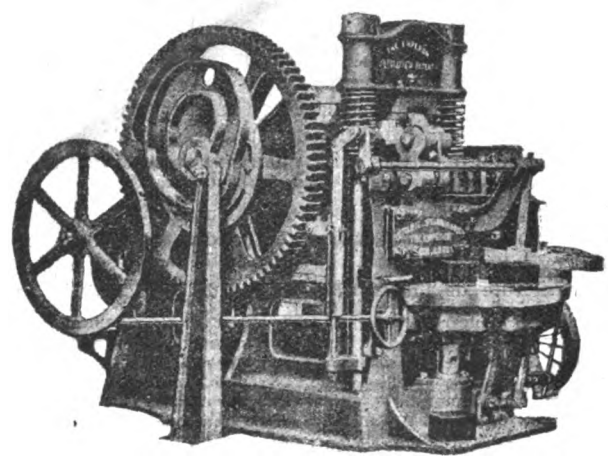


FIG. 371. — Presse à briques de scories produisant 2.000 à 2.400 briques à l'heure.

La presse Emperor est considérée comme donnant de très bons résultats; elle consiste en une « table tournante contenant les moules qui avancent l'un après l'autre, de telle façon que, pendant que l'un d'eux reçoit la charge de matière, le précédent est soumis à la pression et celui d'avant se trouve au-dessous du piston expulseur. L'alimentation est automatique, car elle s'effectue au moyen d'une cuve circulaire dans laquelle des palettes empêchent l'agglomération des matières et assurent leur avancement régulier et constant. La quantité de matière nécessaire pour un moule est réglée au moyen d'un volant à main et, comme celui-ci peut être actionné pendant la marche de la machine, il est facile de régler aussi la pression à volonté. Le mécanisme de pression est du type à genouillère et le pressage s'effectue d'une telle manière que tous les efforts portent sur des boulons massifs en acier, soulageant ainsi le bâti des efforts les plus grands. »

Le rendement de cette presse est, suivant sa force, de 1.000 à 2.400 briques à l'heure.

Le grand modèle (2.000 à 2.400) donne une pression de 20.000 kg. sur deux briques pressées à la fois; force 12 à 14 CV; poids 16 tonnes.

Dès le pressage effectué, les briques sont mises par série de 500 sur des wagonnets qui sont poussés dans des tunnels où les briques sont soumises à l'action de la vapeur à basse pression (2 à 3 kg.) pendant 10 à 12 heures, après quoi, elles sont retirées et empilées en plein air, pendant 2 à 5 semaines. Elles sont alors prêtes à être employées.

On obtient également des briques de scories et de chaux

Digitized by Google

d'aussi bonne qualité sans les soumettre à l'action de la vapeur, mais par simple séchage à l'air libre pendant trois mois. Dans ce cas le moulage doit se faire avec une pâte beaucoup plus humide que par le procédé à la vapeur. L. Fr.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 20 juillet M. Henri Dehérain, que Mlle Janssen, aujourd'hui décédée, a chargé de publier les travaux de son père, demande l'ouverture d'un pli cacheté, de l'astronome Janssen, déposé en 1859. Ce pli contenait une note sur une propriété de l'œil relativement à la chaleur rayonnante.

— Le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de trois candidats au poste de Directeur des Essais à l'Hôtel des Monnaies.

Service des poudres. — Un concours pour dix places d'agent chimiste militaire de 3e classe des Poudres sera ouvert le 30 novembre 1925.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 30 octobre 1925.

Pour les conditions à remplir et tous renseignements, s'adresser à M. l'Inspecteur général Briotet, laboratoire central des Poudres, 12, quai Henri-IV, Paris.

— Un concours pour une place d'élève-ingénieur des Poudres sera ouvert le 16 novembre 1925.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 15 septembre 1925.

Pour les conditions à remplir et tous renseignements, s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, 12, quai Henri-IV, Paris.

Centenaire de Chevreul. — La Société de Chimie industrielle a pensé qu'elle ne devait pas laisser passer le centième anniversaire de la première application des travaux scientifiques de Chevreul (brevet relatif à la fabrication des bougies stéariques), sans le commémorer. Une séance solennelle aura lieu à Paris, le 11 octobre 1925, à l'occasion du Ve Congrès de Chimie industrielle. Le Président de la République, le Gouvernement, l'Académie des Sciences, le Muséum national d'Histoire naturelle, prendront part à cette cérémonie commémorative qui aura lieu dans les locaux mêmes où Chevreul fit ses plus remarquables découvertes.

Institut International de coopération intellectuelle. — M. Julien Luchaire, inspecteur général de l'Instruction publique, a été nommé directeur.

Union astronomique internationale. — La réunion de l'Union qui a eu lieu le 22 juillet, en Angleterre, a été particulièrement brillante. Elle a célébré le 250e anniversaire de la fondation de l'Observatoire de Greenwich.

Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences. — Le 49e Congrès a été ouvert le 27 juillet à Grenoble sous la présidence de M. Emile Borel, président de l'Association et Ministre de la Marine. Dans le discours d'ouverture, le président signale « le grave danger qui pourrait naître de la perfection même et de la rapidité de ce magnifique développement ndustrieli ». Ce danger, il l'indique d'un mot : n'est-il pas à craindre que le souci de la science appliquée ne fasse négliger aux hommes les progrès de la science pure? » Aussi semble-t-il nécessaire d'organiser la recherche désintéressée et d'attirer vers cette recherche une élite de travailleurs.

Congrès de la culture des plantes médicinales. — Le cinquième Congrès s'est tenu, en juillet, à Nantes, sous la présidence du professeur Perrot, de la Faculté de Pharmacie de Paris, dans l'amphithéâtre de l'Ecole de médecine. La culture de la lavande et de l'iris sur les dunes vendéennes a été envisagée. M. le professeur Guérin a demandé la réglementation de la récolte des algues et leur meilleure utilisation.

Laboratoire central du Ministère des finances. — Les services scientifiques du Ministère des finances ont pris une grande importance, ils comptent aujourd'hui un personnel de 70 chimistes, répartis entre les divers laboratoires de France. Les laboratoires de douanes, organisés par Victor De Luynes, ont été réunis à ceux des contributions indirectes de Bardy. Ils sont dirigés actuellement par le professeur Bordas. Le laboratoire central a pour chef, M. Calvet et compte 20 chimistes ; les locaux de la rue de la Douane ayant été reconnus insuffisants, de nouveaux bâtiments ont été construits, près de la mairie du Temple, rue Gabriel-Vicaire ; ces locaux ont été inaugurés par le Ministre, M. Caillaux, le 25 juillet dernier, date du cinquantenaire de la fondation du service des laboratoires.

Réglementation des fosses septiques. — Le *Journal officiel* (26 juillet) publie le Rapport présenté au Conseil d'hygiène par MM. A. Calmette et Rolant, au nom de la commission, présidée par le Dr Roux, directeur de l'Institut Pasteur, sur l'installation des fosses septiques à lit bactérien constituées avec des matériaux poreux ou des composés chimiques favorisant les phénomènes d'oxydation.

Un hommage à un constructeur français d'instruments de précision : M. Jules Richard. — Une nombreuse assistance était réunie au Palais d'Orsay, le 18 juillet, pour fêter le cinquantenaire de la fondation des ateliers de M. Jules Richard et la récente promotion de ce dernier au grade de Commandeur de la Légion d'honneur. Ainsi que nous l'avons déjà annoncé, M. Jules Richard a doté l'Ecole d'apprentis-mécaniciens, qu'il a fondée l'an dernier, des fonds nécessaires à son fonctionnement. Il estime qu'avant de se spécialiser dans la fabrication d'un accessoire, l'ouvrier de précision doit connaître et pouvoir réaliser le mécanisme d'un appareil complet. Ainsi, on évitera de voir disparaître l'esprit d'invention, dont M. Richard lui-même a montré les immenses ressources, en établissant les modèles qui, depuis plus de quarante ans, servent dans la météorologie et la photographie. R. L.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Notre ami Georges Griner vient de mourir subitement (16 juillet) à l'âge de 65 ans. Elève de Wurtz, il était devenu son préparateur à l'Ecole de Médecine et à la Faculté des Sciences.

A cette occasion, qu'il nous soit permis d'évoquer les débuts de cette chaire de Chimie organique, où furent enseignées, pour la première fois en France, les théories atomiques. Quand Friedel succédait à Wurtz et créait le célèbre laboratoire de chimie organique, d'où sont sortis tant de chimistes français et étrangers, c'est Griner qui fut chargé de la besogne matérielle ; de 1885 à 1895, on utilisa d'abord, comme locaux, les baraquements provisoires de la rue Michelet ; ce n'est que plus tard qu'on s'établit dans les bâtiments de la Nouvelle Sorbonne. Griner fut le dévoué collaborateur de Friedel, et l'animateur du laboratoire, où ont été effectués tant de travaux importants. Citons, parmi ceux de Griner, sa belle synthèse de l'erythrite racémique. Après la mort de Friedel, auquel succéda Haller, Griner continua à

Digitized by Google

illustrer les cours par de remarquables expériences. Il était devenu chimiste de la Commission supérieure des douanes où il a rendu des services éminents. Il repose, dans son pays d'origine, à Ingersheim, près de Colmar, dont le retour à la France fut la plus grande satisfaction de sa vie.

— La chaire de chimie générale est déclarée vacante (28 juillet). Un délai de vingt jours est accordé pour la présentation des candidatures.

— Sous le nom de « Fondation Edgar Stern », donation a été faite à l'Université de Paris d'une rente annuelle de 10.000 francs dont les arrérages doivent servir à attribuer chaque année cinq bourses de 2.000 francs destinées à venir en aide à des étudiants inscrits dans l'une des cinq Facultés de l'Université de Paris.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. le Directeur du Bureau des renseignements, à la Sorbonne, avant le 25 octobre 1925.

Ecole normale supérieure. — Sont admis dans la section des Sciences, par ordre de mérite : MM. Davin, Herbrand, Hocquenghem, Boos, Chevadame, Brille, Alliot, Copel, Amiel, Bernamont, Journaud, Cayotte, Barathieu, Bruston, Coudercq, Santon, Saint-Jean, Gigueaux, Roubault, Lacroute. La liste de classement est prolongée jusqu'au n° 31, pour permettre le remplacement des élèves démissionnaires.

Grandes Écoles. — Le *Journal officiel* (21 juillet) publie les nouveaux programmes de sciences dans les classes de mathématiques spéciales, ainsi que les rapports de MM. les professeurs Vessiot et Cotton. Des instructions détaillées précisent l'orientation qu'il convient de donner à l'enseignement pour des élèves déjà initiés par trois ans d'études dans les classes élémentaires. La partie expérimentale ne doit jamais être sacrifiée à la partie théorique et aux développements mathématiques. En physique, comme en chimie, il importe de rester toujours en contact avec la réalité, aucun détail ne doit être donné s'il ne se rattache pas à une propriété fondamentale ou s'il ne présente un intérêt pratique. Savoir est très peu de chose si l'on néglige les rapports qui permettent de comprendre. Savoir, c'est comprendre et, comme l'a dit Renan, comprendre c'est aimer.

École centrale des Arts et Manufactures. — Le diplôme d'ingénieur E. C. P. a été accordé à 255 élèves sortant de troisième année. La promotion compte quatre jeunes filles. Le major est M. Coudel.

Université de Caen. — La chaire de chimie générale est déclarée vacante (21 juillet).

Université de Lille. — A la Faculté mixte, la chaire d'hygiène et bactériologie est déclarée vacante.

Université de Lyon. — La chaire de pathologie et thérapeutique générales est déclarée vacante.

Université de Rennes. — La chaire de calcul différentiel et intégral est déclarée vacante.

Université de Strasbourg. — La chaire de mathématiques générales est déclarée vacante.

Écoles de médecine et de pharmacie. — Un concours aura lieu à la Faculté de Bordeaux, le 4 février 1926, pour la nomination du suppléant de pathologie et clinique chirurgicale et de clinique obstétricale à l'Ecole de Poitiers.

Office national des Universités et Écoles françaises. — La délégation française à la conférence mondiale des Associations universitaires d'Edimbourg a présenté tout un ensemble de propositions relatives aux échanges d'étudiants. Il conviendrait qu'un système général d'équivalences de diplômes existât entre les universités ; un étudiant pourrait ainsi passer d'une Université à l'autre, tout en bénéficiant de ses années de scolarité. L'Institut international de Coopération intellectuelle aura à examiner ces diverses propositions.

Institut de physique et de chimie de Madrid. — Le gouvernement espagnol a accepté la donation de 420.000 dollars qui lui a été faite par l'Institut Rockefeller, en vue de la construction d'un Institut de physique et de chimie.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 juillet 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. Lagrange* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la déformation uniforme d'une poutre et l'équation** $\frac{d^4F}{dx^4} + 2\frac{d^4F}{dx^2dy^2} + \frac{d^4F}{dy^4} = 0$.

HYDRAULIQUE. — *M. Eydoux* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la détermination graphique des traces méridiennes des aubes des turbines.**

ASTRONOMIE. — *M. G. Bigourdan.* — **Erreurs moyennes des divers modes d'observation des signaux horaires rythmés.**

Les tableaux précédemment donnés par l'auteur, condensés à peu près par trimestres pour les six stations envisagées, permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° Les perturbations subies par les ondes hertziennes, dans leurs plus longs trajets terrestres, n'exercent qu'une influence inférieure à 0 s. 01 sur leur durée de transmission ;

2° Les modes de réception de ces ondes, employés par les diverses stations considérées, n'exercent pas, en moyenne, une influence supérieure à la même grandeur 0 s. 01 ;

3° Le mode de réception à l'oreille, tel qu'il est employé à Paris, donne autant de précision que l'enregistrement, l'avantage étant plutôt pour le premier ; mais cette dernière conclusion est très provisoire. O. D.

BOTANIQUE. — *P. Choux* (prés. par M. H. Lecomte). — **Les Cupaniées malgaches.**

L'auteur signale, chez les Sapindacées, quelques espèces nouvelles et crée, pour l'une d'elles, un genre nouveau (*Bemarivea*). Les Cupaniées seraient ainsi représentées à l'heure actuelle à Madagascar par dix-neuf espèces que l'on peut répartir en quatre genres, *Molinæa*, *Tina*, *Tinopsis*, *Bemarivea*, tous spéciaux à cette île, sauf le genre *Molinæa* dont trois espèces existent à La Réunion et à l'île Maurice. — *A. Tronchet* (prés. par M. Molliard). — **L'accélération vasculaire dans la schizocotylie.**

La morphologie externe et l'anatomie d'une plantule de *Dimorphotheca pluvialis* Mœnch. indiquent qu'elle est formée de deux phyllorhizes : l'une correspond au cotylédon simple ; l'autre est divisée incomplètement dans sa portion foliaire qui constitue le cotylédon bifurqué. La division de ce dernier est accompagnée d'une exagération de l'accélération basifuge à la base cotylédonaire et au sommet de l'hypocotyle.

Dans la série de plantules schizocotyles de *D. pluvialis* que l'auteur a examinée, cette exagération de l'accélération basifuge à la base du cotylédon bifurqué n'est pas appréciable, lorsque la division n'intéresse qu'une faible longueur du limbe. Elle semble être la règle dans les cas où la division atteint le voisinage de la base cotylédonaire.

PHYSIOLOGIE. — *Alexandre Lipschutz* (prés. par M. Charles Richet). — **Phénomènes unilatéraux consécutifs à la castration.**

Dans quatre nouvelles expériences (une chez la Souris blanche, trois chez le Cobaye), la vésicule séminale était considérablement moins développée du côté où le testicule manquait complètement. On doit donc supposer qu'il existe, outre les hormones, d'autres moyens de relation morphogénétique entre la glande génitale et les caractères sexuels.

Digitized by Google

ENERGÉTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Henri Pottevin* et *Robert Faillie* (prés. par M. J. Breton). — **Sur le travail dans la marche.**

D'une façon générale, on peut dire que l'énergie disponible, sous forme de force vive, au moment où se produit le double appui, représente toujours une fraction notable, et variable avec la nature de la surface portante, de celle qu'absorbe la phase ascensionnelle de l'oscillation suivante. C'est le complément, seulement, qui devra être fourni par l'effort musculaire. P. GUÉRIN.

Séance du 20 juillet 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nicolas Kryloff* (prés. par M. Appell). — **Sur une méthode, basée sur le principe du minimum, pour l'intégration approchée des équations différentielles.**

— *W. Stépanoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques généralisations des fonctions presque périodiques.**

— *Rolf Nevanlinna* (prés. par M. E. Borel). — **Un théorème d'unicité relatif aux fonctions uniformes dans le voisinage d'un point singulier essentiel.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *R.-A. Fisher* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la solution de l'équation intégrale de M. V. Romanovsky.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Lusin* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les ensembles non mesurables B et l'emploi de la diagonale de Cantor.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *R. Roudaire-Miégeville* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur une nouvelle détermination grapho-mécanique des systèmes de solutions réelles ou imaginaires des équations algébriques.**

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *J. Seigle* (prés. par M. Rateau). — **Essais d'acier doux par efforts combinés.**

En exerçant sur des barreaux ronds des essais de torsion en même temps qu'un effort longitudinal ou de compression maintenu à une valeur constante, on arrive aux conclusions principales suivantes :

a) Le moment élastique maximum à la torsion s'abaisse à mesure qu'on augmente l'un ou l'autre des efforts de traction ou de compression ; il est pratiquement le même à égalité de la valeur de la traction ou de la compression.

b) Le moment de rupture par torsion décroît fortement quand on augmente la traction, et augmente avec la compression.

La rupture se fait toujours suivant une section droite.

MAGNÉTISME. — *Marcel Peschard* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'aimantation des ferronickels (propriétés paramagnétiques).**

De nombreuses et importantes divergences existent dans les résultats annoncés par divers auteurs. Les études entreprises montrent que les ferronickels contenant de 34,4 à 100 % de Ni méritent le nom de *réversibles* dans toute l'échelle des températures. Aux températures élevées, les alliages compris entre Fe et Fe^2 Ni sont également réversibles ; mais au-dessous d'une température variable avec le titre, une anomalie irréversible apparaît, et tout se passe comme si une faible aimantation spontanée apparaissait. Par un refroidissement suivi d'un réchauffement, on décrit un cycle irréversible. Il semble que les phénomènes paramagnétiques irréversibles traduisent le commencement de la transformation allotropique $\gamma \rightarrow \beta$. Des courbes traduisent les résultats des expériences.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *G. Athanasiu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la sensibilité des actinomètres à électrodes recouvertes d'iodure d'argent et d'oxyde de cuivre.**

Pour l'actinomètre à iodure d'argent, les électrodes en Ag sont recouvertes d'AgI par électrolyse d'une solution aqueuse de KCl. Le maximum de sensibilité est obtenu pour la radiation 4245 avec une Å, erreur probable de ± 20 Å.

Pour l'actinomètre à oxyde de cuivre, plusieurs procédés différents ont été employés pour l'oxydation des électrodes, et les instruments ainsi construits donnent des courbes de sensibilité d'allure identique. La sensibilité commence dans le jaune, à 5790 Å, et augmente dans le sens du violet. Il y a un maximum pour la radiation 4046 Å du Ag, puis un minimum vers 3100 Å, ensuite la sensibilité croît de nouveau quand on avance vers les courtes longueurs d'onde. Les positions du maximum et du minimum sont indépendantes du mode d'oxydation et de l'électrolyte ; mais avec les mêmes électrodes et des électrolytes différents la sensibilité décroît dans l'ordre : KCl, Na Cl, Na Br.

OPTIQUE. — *G. Bruhat* et *M. Pauthenier* (prés. par M. A. Cotton). — **Étude théorique de la bande 320 mμ du sulfure de carbone.**

Il existe deux types distincts de bandes d'absorption. Certains gaz, comme la vapeur de Br, présentent de larges bandes continues, qui ne peuvent pas être résolues en raies et dont la largeur dans une même région du spectre est la même pour tous les corps. D'autres, au contraire, comme le $C S^2$, présentent des bandes résolubles en raies et, dans ce cas, la théorie cinétique permet de calculer la largeur des raies fines.

Par le passage de l'état gazeux à l'état liquide, les deux catégories prennent le même aspect et les bandes résolubles paraissent continues par suite de l'élargissement et de la superposition des raies fines. Toutefois l'étude de la courbe d'absorption suffit, en général, à montrer à quelle catégorie appartient une bande ; il est hors de doute que la bande $\lambda = 320$ du sulfure de carbone liquide est formée de raies fines élargies. Faute d'une théorie cinétique satisfaisante de l'état liquide, il n'est pas possible d'en calculer la largeur. L'auteur indique par quelle voie il y est arrivé ; il donnera ailleurs le détail des calculs, qui permettent d'étendre aux bandes complexes les règles données pour les bandes simples.

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le calcul du pouvoir rotatoire à partir de la structure moléculaire.**

L'auteur a montré précédemment que la théorie de l'orientation moléculaire pouvait être étendue aux molécules dissymétriques et conduisait ainsi à une interprétation de l'activité optique. Il complète les indications déjà données en précisant le rôle de ce qu'il a appelé le « champ intérieur », et établit que l'activité optique est numériquement calculable, si on se donne la configuration du système moléculaire. Néanmoins, pour y parvenir, il doit modifier l'hypothèse de Bragg-Ramanathan sur deux points essentiels, notamment en ce qui concerne le « centre optique » de l'atome. Il applique ses idées au cas le plus simple, celui du tétraèdre irrégulier.

SPECTROSCOPIE. — *S. Pina de Rubies* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le spectre d'arc du scandium.**

La scandine utilisée a été retirée par MM. G. et P. Urbain de la thortveitite de Madagascar ; l'oxyde a donné un spectre très pur. L'auteur donne un tableau détaillé dans lequel les raies de λ supérieures à 3.000 I. A. ont été déterminées au dixième d'ansgtröm ; pour celles de plus faible longueur d'onde, l'erreur moyenne est d'environ 0,03 I. A.

PHOTOGRAPHIE. — *Gabriel A. Rousseau* (prés. par M. J. Breton). — **Procédé de photographie instantané des couleurs.**

Lorsque des radiations colorées traversent une ou plusieurs émulsions sensibles, les bleues et violettes subissent une absorption progressive, tandis que les vertes, et surtout les orangées, traversent les couches sensibles en conservant la faculté d'impressionner les émulsions chromatisées pour elles.

Pour appliquer ce principe, on superpose trois pellicules :

Digitized by Google

la première reçoit une émulsion lente ordinaire, la seconde une émulsion sensible au jaune et au vert, la troisième une autre sensible au jaune et au rouge. De plus, la deuxième pellicule, ou centrale, a le côté émulsionné coloré en jaune par l'auramine et l'autre côté en rose pâle par la fuchsine.

On n'a besoin d'aucun écran et on opère comme avec une plaque ordinaire. La pellicule à émulsion lente est impressionnée par les seules radiations du groupe bleu-violet, et donne le cliché du jaune. La pellicule centrale donne le cliché du rouge et la troisième celui du bleu. Avec une bonne lumière, on obtient facilement, en une seule pose et sans écrans, trois clichés trichromes parfaitement sélectionnés; avec ceux-ci, on tire des monochromes par un procédé quelconque. Ce procédé semble donner la solution simple et pratique du cinéma en couleurs.

RADIOACTIVITÉ. — *Adolphe Lepape* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la radioactivité de quelques sources froides de la région de Bagnères-de-Luchon et sur son origine.** Il est vraisemblable que la plupart des sources thermales de Bagnères-de-Luchon doivent la majeure partie de leur radioactivité au mélange de l'eau sulfurée profonde, mais peu radioactive, avec les eaux superficielles non sulfurées mais riches en radon. Les eaux nettement météoriques, telles que celles de la montagne de Superbagnères et de ses abords doivent être plus ou moins radioactives.

Les déterminations effectives sur place, en septembre 1924, montrent que les proportions de radon sont relativement élevées pour des sources superficielles. La présence de minéraux d'uranium n'a jamais été signalée dans cette région; mais on y trouve en abondance des cristaux de mica blanc contenant une proportion élevée de radium. Dans les roches granitiques de la région, non seulement ce mica, dans lequel se concentre la majeure partie du radium du granite, est abondant, mais encore il paraît y être particulièrement riche en radium.

D'autre part, la montagne de Superbagnères semble recéler d'importantes quantités d'eau radioactive, susceptibles d'être captées et utilisées. Enfin, les eaux superficielles, très riches en radon, sont pauvres en radium, et les proportions correspondantes sembleraient varier en sens inverse.

O. D.

(A suivre.)

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Énergétique clinique. — Physiopathologie. Thérapeutique. Le sympathique, le vague, les réflexes de la vie organo-végétative par le Dr A. MARTINET, publié par les soins du Dr MARTINGAY. In-8° de 416 pages avec 101 figures, Masson et Cie, Éditeurs, Paris. — Prix : 35 fr.

La place nous manque pour analyser comme il conviendrait le dernier ouvrage de l'auteur, trop tôt disparu, qui n'a jamais cessé dans sa pratique médicale ou dans ses livres de penser autant en physiologiste qu'en clinicien et de tirer parti, pour ses diagnostics et sa thérapeutique, des plus récents progrès théoriques ou techniques accomplis en biochimie, en bactériologie, en physico-chimie, en pharmacodynamie, en physique biologique et en physiologie. Spécialisé dans les maladies de la circulation il a combattu, par son exemple et ses écrits, la conception regrettable que l'on a trop souvent à notre époque de ce que doit être la spécialisation. Il a porté ses investigations dans toutes les branches de la pathologie interne et a montré par lui-même que, tout en appliquant les plus modernes procédés de diagnostic et en fondant sur les plus récentes données scientifiques les théories pathogéniques et les méthodes thérapeutiques, il était possible de rester fidèle aux meilleures traditions de la clinique française.

L'étude physiopathologique du système nerveux végétatif étant particulièrement à l'ordre du jour il n'est donc pas étonnant que le Dr Martinet ait écrit un livre sur l'important problème des corrélations fonctionnelles qui associent ce système aux principales fonctions organiques. Comme le dit fort justement son collaborateur et ami, le Dr Martingay, cet ouvrage est bien plus qu'un essai sur une question d'actualité. « Les concepts qu'il aborde, les sciences et les méthodes qu'il confronte, les horizons qu'il découvre....., tout cet ensemble constitue un véritable testament scientifique dans lequel on sent que l'auteur a mis toute sa pensée, toutes ses pensées, celles qu'il avait longuement mûries et vérifiées, et aussi toutes celles qu'il méditait de vérifier un jour... »

Cet exposé est écrit pour les étudiants et les praticiens, mais il intéressera également tous les physiologistes et biologistes. L'auteur y passe successivement en revue : 1° les *sympathicotonies*, c'est-à-dire les phénomènes cliniques qui paraissent sous la dépendance d'une hyperexcitabilité fragmentaire ou générale du système nerveux sympathique; 2° les *vagotonies*, phénomènes cliniques qui semblent bien résulter d'une hyperexcitabilité du système vague (pneumogastrique, parasympathique). 3° les *neurotonies* ou, mieux, *amphotonies* qui sont des états cliniques de beaucoup les plus fréquents, « à l'occasion et au cours desquels se manifeste de façon temporaire, ou permanente, en oscillante, un déséquilibre fragmentaire ou général des fonctions neuro-vasculo-glandulo-humorales, régies par les systèmes sympathique ou vague ».

Puis, dans une deuxième partie, il dégage des faits anatomo-cliniques qu'il vient de développer toutes les conclusions thérapeutiques qui s'imposent, montrant comment doit se comprendre, d'après les idées nouvelles, l'action de beaucoup de drogues classiques. Enfin, dans une troisième partie, remplie de suggestions et d'anticipations des plus intéressantes, il nous donne un essai d'énergétique physiopathologique qui mériterait à lui seul une longue analyse et que devraient lire non seulement les cliniciens et les physiologistes, mais les philosophes que préoccupent les questions de psychophysiologie.

Ce nouvel ouvrage du regretté Dr Martinet complète donc admirablement ses deux excellents traités de diagnostic et de thérapeutique clinique. Il est appelé au même succès que ceux-ci, succès qui ne s'éteint pas puisque nous espérons bientôt présenter à nos lecteurs la cinquième édition du « Diagnostic clinique ».

A. BERTHELOT.

La Chaufferie moderne. Les Foyers de Chaudières. — Leur construction, leurs accessoires, leurs services annexes, par André TURIN, Ingénieur des Arts et Manufactures, 2e édition. In-8° de 466 pages avec 481 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

M. André Turin vient de faire paraître une seconde édition de son ouvrage sur *Les Foyers de Chaudières*, dont la première édition date du début de 1913.

Le rapprochement de ces deux dates : 1913-1925, évoque, quand il s'agit de la chaufferie, l'idée d'une transformation radicale dont la caractéristique peut se résumer dans cette constatation : la préoccupation, générale aujourd'hui, de la plus efficace utilisation du combustible et corrélativement, la disposition de la contradiction si choquante et autrefois si fréquente, entre les

Digitized by Google

exigences manifestées, quant à la consommation des machines à vapeur, et la négligence affectée dans la conception des chaufferies et de leurs services annexes.

Cette transformation ne s'est naturellement pas produite sans qu'il y ait eu un fort déchet dans les appareils sortis du domaine du laboratoire pour subir l'épreuve de la pratique, mais, quoique la période en jeu, assez restreinte, n'autorise pas encore des conclusions définitives, l'analyse des raisons techniques qui ont fait le succès ou l'insuccès des divers dispositifs préconisés permet dès maintenant de dégager des principes et de présenter l'étude des foyers sous une forme systématique exclusive de toute monographie.

C'est ce programme que s'est proposé M. André Turin et c'est pourquoi la seconde édition de son important ouvrage constitue, au moins dans la partie qui traite des foyers proprement dits, un travail nouveau, réellement original, abondamment documenté et d'un grand intérêt. En présentant une telle mise au point de la question, l'auteur rend, nous en sommes persuadés, un précieux service à l'ingénieur qui cherche à acquérir une vue d'ensemble et, en remuant une foule d'idées, il lui fournit les éléments pour étayer une opinion personnelle raisonnée.

Un exposé sommaire du plan de l'ouvrage et des matières qui y sont traitées corroborera l'opinion que nous venons d'exprimer.

Après une courte introduction sur les combustibles et les phénomènes de la combustion, l'auteur aborde le vif de son sujet et consacre les deux tiers de son ouvrage à l'étude successive des foyers à chargement à la main et à chargement mécanique; des foyers à combustibles spéciaux, à combustibles liquides et gazeux; l'utilisation du charbon pulvérisé, qui s'est développée depuis peu en France, est examinée en détail.

Le passage de l'air dans les foyers, autrement dit la question du tirage naturel et du tirage forcé, fait l'objet d'un important chapitre où l'exposé des idées modernes, quant au réchauffage de l'air et au réglage automatique de la combustion, trouve naturellement sa place.

Enfin, l'examen des dispositions types de chaufferies est complété par une revue des principes d'après lesquels on réalise la manutention mécanique du charbon et des escarbilles, puis, après quelques indications brèves moins substantielles sur le briquetage des chaudières, l'ouvrage se termine par une courte étude des contrôles à instituer dans une chaufferie et des appareils à utiliser dans ce but.

Il est particulièrement agréable à celui qui a été le collaborateur de M. André Turin au début de ses publications sur la *Chaufferie Moderne*, de présenter aujourd'hui le nouvel ouvrage de cette série et d'exprimer le souhait qu'il rencontre auprès du public, l'accueil de faveur qu'il mérite.

Jacques GUILLAUME,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Traité théorique et pratique des fraudes et falsifications, par F. MONIER, F. CHESNAY et E. ROUX. 2e édition revue et mise à jour par F. CHESNAY, conseiller à la Cour d'appel de Paris et E. ROUX, Conseiller d'État, Directeur des services sanitaires et scientifiques et de la repression des fraudes au Ministère de l'Agriculture. Tome I. In-8° de 1.220 pages. Édité par la Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot, Paris. — Prix : 60 francs.

La première édition de cet ouvrage a valu à ses auteurs un prix de l'Académie des sciences (Prix Saintour) et une médaille d'or de l'Académie d'Agriculture.

Elle fut rapidement épuisée et, sans les événements tragiques de ces dix dernières années, une seconde édition aurait été publiée depuis longtemps. Son impression fut retardée, car les auteurs ont estimé qu'il était désormais nécessaire d'attendre que notre législation ait enfin repris sa stabilité et qu'ait pris fin cette longue période tourmentée, au cours de laquelle tant de lois et décrets, imposés par les circonstances, ont été publiés.

Ainsi mis à jour, l'ouvrage que nous éditons s'impose à l'attention de tous ceux que préoccupe à un degré quelconque la répression des fraudes alimentaires : magistrats, avocats, préfets, maires, agents du service de la répression, officiers et fonctionnaires chargés des prélèvements d'échantillons pour les délits des fournisseurs des armées, agents des contributions indirectes, huissiers, pharmaciens, syndicats, industriels et commerçants. On sait, en effet, quelle importance a prise, dans ces dernières années, et surtout pendant la guerre, la lutte contre les tromperies et les sophistications de toute nature. La loi du 1er août 1905 et le règlement du 22 janvier 1919 ont apporté à la législation antérieure des modifications essentielles. Les délits ont été précisés, les pénalités sont devenues plus rigoureuses, la procédure a été réglementée d'une façon plus stricte et plus complète qu'auparavant, les prélèvements d'échantillons, les enquêtes ont fait l'objet de dispositions précises, uniformes, l'expertise contradictoires a été établie, etc.

Mais la loi de 1905 et le règlement de 1919 ont laissé, bien entendu, en vigueur les législations antérieures, 1907, 1908, 1912 complétées par des arrêtés, des décrets etc...

Une législation si abondante et si complexe devait soulever dans la pratique bien des controverses. La jurisprudence l'a déjà interprétée sur beaucoup de points importants et de nombreuses décisions sont intervenues sur des questions délicates.

Présenter d'une façon à la fois très précise et très complète la législation nouvelle, réunir et coordonner tous les documents législatifs et réglementaires relatifs à cette matière, ainsi que les décisions de la jurisprudence, donner les indications pratiques et les formules de nature à guider les magistrats, les agents de prélèvements, etc., dans l'accomplissement de leur mission, telle est l'œuvre qu'ont entreprise les auteurs de ce Traité, avec la compétence que leur donnaient et l'exercice de leurs fonctions et leurs travaux précédents.

L'ouvrage est divisé en six parties, dont les cinq premières forment le 1er volume.

Le livre I est consacré aux falsifications de denrées alimentaires, substances médicamenteuses, etc., et aux tromperies sur les marchandises; le livre II, aux poursuites et à toute la procédure qu'elles nécessitent; le livre III aux fraudes concernant spécialement les engrais et les boissons et certaines denrées alimentaires; le livre IV, à la législation spéciale relative à la protection de la propriété (origine des produits); le livre V, à la législation sur les substances vénéneuses, le livre VI, à la spéculation illicite. Un appendice traite du repos hebdomadaire en ce qui concerne le commerce des denrées alimentaires.

Le second volume actuellement sous presse contiendra tous les documents législatifs et réglementaires relatifs aux fraudes et aux falsifications.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt considérable que présente cette deuxième édition du *Traité théorique et pratique des fraudes et falsifications.*

L. Ft.

Le Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 16 — 67e ANNÉE — 22 AOUT 1925

L'ORGANISATION DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (1)

Mon premier devoir est de remercier mes Collègues de l'Association Française pour l'Avancement des sciences du très grand honneur qu'ils m'ont fait en m'appelant à la Présidence de notre Association.

Absorbé par d'autres soucis, je n'ai malheureusement pas pu consacrer autant de temps que je l'aurais désiré à mes fonctions de Président. Mais j'ai tenu, tout au moins, à ne pas manquer cette séance inaugurale du Congrès par lequel se manifeste réellement la vie scientifique de l'Association.

Je suis heureux de saluer ici la présence des délégués des Associations étrangères qui poursuivent le même but que nous. Qu'il me soit permis de m'incliner particulièrement vers M. le Professeur Maragliano, Sénateur du Royaume d'Italie. La ville de Grenoble était spécialement qualifiée pour servir de lien entre la Science française et la Science italienne qu'unissent tant de souvenirs et tant d'espoirs communs.

Je tiens aussi à saluer M. le Docteur Garson, délégué de l'Association anglaise pour l'Avancement des sciences, qu'une longue tradition unit à notre Association.

Je me fais un plaisir de souhaiter la bienvenue également à MM. les Professeurs Julin, Fourmarier, de l'Académie Royale de Belgique, Pittard, Professeur d'anthropologie à l'Université de Genève, Huybrechts, de la Société chimique de Belgique et Petrovitch; à MM. les Docteurs Gustave Lemieux et Asselin, délégués, le premier, par le Gouvernement du Canada, le second, par l'Association Canadienne pour l'Avancement des sciences; et en général aux nombreux et distingués représentants des Sociétés Savantes des Nations alliées ou amies de la France qui ont bien voulu venir participer à nos travaux.

Je dois remercier enfin le Comité local présidé par mon éminent confrère, M. Kilian, qui a si magnifiquement organisé notre réception, et la Municipalité de Grenoble qui nous a fort gracieusement offert l'hospitalité.

La Ville de Grenoble, le Département de l'Isère sont à l'avant-garde du progrès. Leur sollicitude pour l'Université de Grenoble et pour ses Instituts de sciences appliquées date de loin. C'est, à l'actif de l'Association française pour l'Avancement des sciences, un avantage précieux d'être reçue dans un milieu à ce point sympathique à toutes les formes du progrès. Aussi, est-ce avec une reconnaissance particulière que j'apporte ici au Comité local, à ses Présidents d'honneur, à son Président, au Maire de Grenoble et à la Municipalité, les remerciements de notre Association. C'était déjà une bonne fortune, exceptionnelle pour nous, de venir siéger dans une ville telle que Grenoble. Il nous est doublement agréable de nous y trouver cette année et de pouvoir admirer, comme je l'ai fait hier, l'Exposition de la Houille blanche qui est une véritable apothéose d'une des branches les plus importantes des sciences appliquées. Cette exposition est fertile en enseigne-

(1) Discours prononcé à Grenoble, le 27 Juillet 1925, à la Séance d'ouverture du 49e Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

ments. Elle est féconde aussi en promesses d'avenir.

Plus que jamais, on peut et on doit espérer que, grâce au progrès scientifique et social, l'effort humain pourra être diminué et ramené aux limites raisonnables où le travail du corps ne nuira pas au développement intellectuel et moral. Un grand philosophe de l'antiquité, que

(Photo Henri Manuel)

Fig. 372 — M. Emile Borel, Membre de l'Institut, Président de l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

son génie n'empêchait point d'être influencé par les préjugés de son époque, n'a pas craint de considérer l'esclavage comme une institution indispensable au maintien et au développement de la civilisation. Il affirmait, non sans ironie, que lorsque la navette marcherait toute seule, l'esclavage pourrait être supprimé. Eh bien! aujourd'hui, grâce au magnifique développement industriel qui restera la caractéristique du XIXe siècle, la navette marche toute seule, et, cependant, l'esclavage n'est pas entièrement aboli, puisqu'il existe encore, dans bien des pays, des hommes, des femmes, des enfants soumis à de dures et inhumaines conditions de travail. C'est le progrès continu de l'Industrie qui substituera de plus en plus le travail de la machine au travail humain et qui, dans la société de demain, permettra à tous les hommes de collaborer, pour leur part, à l'œuvre de la civilisation sans être forcés de négliger leur développement personnel. Voilà les perspectives magnifiques que nous ouvre la visite de votre Exposition. De pareilles espérances ne sont-elles pas de nature à écarter tout scepticisme à l'égard de l'avenir de la civilisation humaine et à nous convaincre que, si les hommes cessent d'être assez fous pour consacrer leurs meilleures énergies aux œuvres de destruction et de mort, il sera possible d'édifier très rapidement une société où il n'y aura réellement plus aucun esclave, où tous les êtres humains pourront avoir leur complet et libre développement?

Il n'est jamais agréable, lorsque de tels horizons nous sont ouverts, de jouer au prophète de malheur. Je considère cependant qu'il est de mon devoir de signaler un grave danger qui pourrait naître de la perfection même et de la rapidité de ce magnifique développement industriel. Ce danger, je l'indique d'un mot : n'est-il pas à craindre que le souci de la science appliquée ne fasse négliger aux hommes les progrès de la science pure? Il ne faut pas oublier, en effet, les origines modestes de ce splendide essor de l'Industrie dont le XIXe siècle s'enorgueillit à juste titre : pour ne citer que l'industrie électrique dont l'importance ne peut s'évaluer que par milliards, qu'il s'agisse du chiffre des commandes, des salaires, ou, mieux encore, de l'économie réalisée par l'emploi des forces naturelles, cette industrie électrique serait totalement inexistante s'il n'y avait pas eu, au début du XIXe siècle, des hommes comme Ampère en France, comme Faraday en Angleterre, qui, dans de modestes laboratoires, ont découvert les lois qui régissent l'action réciproque des courants électriques et des aimants. L'exploitation si importante des courants alternatifs n'existerait pas non plus si les instruments mathématiques nécessaires à leur étude n'avaient pas été imaginés par les mathématiciens du XVIIIe siècle et systématiquement étudiés par Cauchy dans sa magnifique théorie des fonctions analytiques d'une variable imaginaire.

Ce que nous venons de dire de l'électricité est vrai pour toutes les applications de la science. Elles ont leur source dans des travaux de science pure, travaux qui, au moment de leur apparition, ont été considérés souvent comme de purs jeux de l'esprit et dont l'utilisation pratique semblait très lointaine, pour ne pas dire im-

Digitized by Google

possible. Il y a là de quoi nous faire réfléchir. Nous devons nous rendre compte que si l'humanité se laisse griser par la beauté et le rendement industriel des applications de la science, il est à redouter que la science pure soit, par là même, négligée. On peut craindre que les jeunes gens les plus distingués, ceux qui pourraient faire progresser la théorie, ne soient entraînés vers la pratique, en raison des avantages matériels considérables qui leur sont assurés. Il est à craindre même que des gouvernements, que des institutions, préoccupés, à juste titre, de l'avenir immédiat, ne consacrent toutes leurs ressources au développement de la science appliquée au grand détriment de la science pure.

Un des plus profonds écrivains de ce temps faisait remarquer récemment que notre Société est de plus en plus organisée de telle manière qu'il n'y a pas de place pour celui qui ne consent pas à entrer dans un cadre déterminé. Or, le savant de génie, dont les conceptions bouleverseront peut-être notre industrie, autant que l'ont fait les conceptions d'Ampère et de Faraday, par la création de l'industrie électrique, ce savant de génie n'a pas sa place assignée dans une société strictement organisée. Tout au plus, peut-on lui offrir, s'il est bien sage, une chaire de professeur maigrement appointée. Il n'est pas douteux que l'attention du public se trouve nécessairement attirée par tous les moyens : par la presse, par la publicité, par les conférences, par les expositions, sur les applications dont la réalisation immédiate peut procurer soit des avantages matériels, soit des progrès intéressant la civilisation toute entière : la diffusion de la téléphonie sans fil, par exemple. A côté de ces inventions mirifiques, telle découverte scientifique, qui a coûté des années de patience et de travail, apparaît comme bien insignifiante, et cependant, c'est grâce, peut-être, à l'une de ces découvertes que seront accomplis, dans 20 ou 30 ans, des progrès dont nous ne pouvons pas soupçonner la nature et qui nous feront considérer comme médiocres les réalisations industrielles regardées aujourd'hui comme les plus brillantes.

La nécessité d'organiser la recherche scientifique désintéressée, d'attirer vers cette recherche quelques-uns des plus distingués parmi les jeunes gens, s'impose donc à nous. La science pure est non seulement la source des applications industrielles, mais la source du progrès des idées directrices de l'Humanité. Les spéculations des géomètres grecs et des astronomes de la Renaissance n'ont pas seulement permis la création de la mécanique et de la physique, ces spéculations, en remettant avec Galilée, la Terre à sa place parmi les autres planètes, au lieu d'en faire le centre de l'Univers, ont réalisé la plus importante des révolutions dans la philosophie naturelle. Si nous voulons que l'Humanité ne sombre pas dans l'abêtissement auquel conduirait un bien-être médiocre et sans idéal, il faut que la science pure continue à recruter des serviteurs. C'est là le grand problème de demain. Il faut avouer que ce problème, s'il est facile de le poser et d'en faire comprendre l'importance, n'est pas aisé à résoudre. Je me bornerai à signaler l'une des principales difficultés de cette organisation rationnelle de la recherche scientifique.

Parmi les travaux accomplis par les physiciens ou les chimistes dans leurs laboratoires, par les mathématiciens dans leurs cabinets de travail, on doit loyalement reconnaître qu'il en est beaucoup dont l'importance réelle, au point de vue de l'avenir de l'industrie, est à peu près nulle. Mais, par contre, il en est d'autres dont la valeur est telle qu'il n'est pas possible de l'exagérer. Telle expérience de laboratoire a conduit à des applications industrielles dont le rendement se chiffrerait par centaines de millions et par milliards. La grande difficulté, c'est que personne n'est capable de distinguer, parmi les travaux exécutés en ce moment par les mathématiciens, les physiciens, les chimistes, ceux dont les conséquences seront nulles et ceux dont la répercussion sera immense. Il faut donc se résigner à accepter les uns et les autres et à se dire que le seul moyen de gagner le gros lot, c'est de prendre tous les billets à la loterie.

Il est cependant nécessaire d'exercer un choix, car la Société ne peut accepter l'obligation de donner des moyens d'existence à un homme sur sa seule déclaration qu'il fait des recherches scientifiques dont l'utilité sera peut-être considérable. Les difficultés de la discrimination sont extrêmes.

Laisser choisir uniquement les académies et les corps constitués nous exposerait à barrer la route à certains esprits libres et indépendants qui effraient leurs aînés par l'audace et la nouveauté de leurs conceptions. D'autre part, abandonner le choix libre à l'opinion publique, qui se manifeste par la Presse ou par les Assemblées électives, risquerait peut-être parfois de nous rendre dupes de quelques faux savants habiles à la réclame et à la publicité. Il est des procédés bien connus par lesquels on lance une prétendue découverte scientifique sans fondement

Digitized by Google

de la même façon qu'un dentifrice ou un purgatif.

Entre ces deux écueils, il n'est pas aisé de trouver une solution entièrement satisfaisante. S'il m'était permis d'énoncer une suggestion, je mettrais ma confiance en une solution souple et variée qui consisterait à désigner divers organismes : académies, universités, associations comme la nôtre, savants réputés et ayant fait leurs preuves, directeurs de laboratoires, et à leur fournir les moyens nécessaires pour encourager ceux des jeunes gens qui leur paraîtraient dignes de l'être. Par cette méthode, si l'on n'obtenait pas ce résultat chimérique d'éloigner sûrement tous ceux qui ne sont pas absolument dignes d'intérêt, du moins l'on arriverait au résultat bien plus important de n'écarter aucun de ceux dont on peut légitimement espérer une contribution véritable au progrès de la science. C'est l'application de ce vieil axiome du Droit, qu'il vaut mieux acquitter dix coupables que de condamner un seul innocent.

Si la Société se décide à faire, pour les jeunes gens qui se consacrent à la recherche scientifique, l'effort nécessaire, si l'on donne chaque année à un certain nombre d'entre eux les moyens de poursuivre les études qui les intéressent, il pourra se faire que beaucoup des efforts accomplis soient stériles et inutiles et que de l'argent ait paru ainsi être dépensé en vain. Mais il arrivera aussi qu'un sur cent, ou un sur mille, de ces jeunes gens auxquels on aura fourni les moyens de se consacrer à la science, sera un Ampère, ou un Pasteur, ou un Pierre Curie ou un Henri Poincaré, et les seuls bénéfices matériels et moraux obtenus par celui-là paieront au centuple tout ce qui aura été dépensé pour les autres.

C'est ainsi, à mon humble avis, qu'il faudrait procéder jusqu'au jour, sans doute bien lointain, où il serait possible aux éducateurs de distinguer à coup sûr parmi les jeunes gens de 20 ans quel est précisément celui qui sera Ampère, Pasteur, Pierre Curie ou Henri Poincaré.

Je m'excuse de m'être laissé entraîner à ces longs développements. Mais il m'a semblé que nulle occasion meilleure que celle de la réunion annuelle de l'Association française pour l'Avancement des sciences, ne pouvait m'être offerte pour essayer de répandre ces idées qu'il me paraît particulièrement indispensable de méditer dans une démocratie telle que la nôtre. Nous devons, en effet, nous rendre compte que c'est seulement le progrès scientifique qui, en diminuant le nombre d'heures de travail nécessaires à l'homme pour se procurer les produits qui le font vivre, permettra le progrès social que nous désirons tous.

J'espère que les discussions et les travaux de ce Congrès contribueront à faire surgir l'une de ces découvertes qui marquent dans l'histoire de la science et de l'humanité, et à laquelle pourrait rester attaché, en même temps que le nom de son auteur, celui de la Ville de Grenoble, de cette noble cité qui est à l'avant-garde du progrès démocratique et social.

Émile BOREL,
Membre de l'Institut,
Président de l'Association Française,
pour l'Avancement des Sciences.

L'ÉVOLUTION DES INSECTES SOCIAUX (1)

J'ai choisi pour plusieurs raisons l'évolution des insectes sociaux comme sujet de cette série de conférences. D'abord, parce que des conférences sur l'évolution d'un groupe important d'insectes m'ont paru éminemment appropriées au laboratoire fondé par l'illustre Giard pour l'étude de l'évolution des êtres organisés. En second lieu, je ne pouvais trouver un sujet qui intéressât davantage les jeunes biologistes d'un pays qui a produit un Réaumur, un Latreille, un Lepelletier de Saint-Fargeau, un Dufour, un Fabre, un Pérez, un Ferton, un Paul Marchal et un Bouvier, sans parler d'une foule d'autres brillants hyménoptéristes. Troisièmement, j'ai moi-même consacré un quart de siècle à l'étude d'un groupe d'insectes sociaux; j'ai eu de nombreuses occasions de voyager; j'ai reçu l'aide d'un grand nombre d'entomologistes enthousiastes de toutes les parties du monde : j'ai donc pensé que je pourrais suggérer ou souligner quelques directions de pensée dignes de votre considération. Quatrièmement, il m'a paru possible que vous ne fussiez pas familiers avec tous les travaux qui ont été accomplis par mes compatriotes et qu'en les mentionnant, autant que mon sujet le comporte, je puis, dans une faible mesure, servir cette « entente cordiale » intellectuelle que nous désirons maintenir entre la France et les États-Unis. Cinquièmement, je crois que l'étude des insectes sociaux possède actuellement un intérêt particulier, à la fois

(1) La *Revue Scientifique* est heureuse de faire connaître à ses lecteurs la première leçon que M. Wheeler a faite à l'Université de Paris, en qualité de professeur-agréé. L'ensemble des livres de M. Wheeler paraîtra prochainement en volume, avec le titre : *Les Sociétés d'Insectes : leur origine, leur évolution* (Encyclopédie scientifique, Doin éditeur).

Digitized by Google

en philosophie, en sociologie, en zoologie et dans l'étude des mœurs des animaux. Celui qui incline à la philosophie ne peut manquer de trouver un aliment pour la pensée dans les étranges analogies avec les sociétés humaines qui se révèlent continuellement parmi les guêpes, les abeilles, les fourmis et les termites, puisque nous sommes nous-mêmes des animaux — j'allais dire des insectes ! — sociaux, et le zoologiste et l'éthologiste noteront que ces êtres suggèrent un cortège surprenant de faits et de problèmes fascinants. En outre, la vie sociale très remarquable des insectes, par le fait qu'elle est presque exclusivement déterminée par les réflexes, les tropismes et ce qu'on appelle les instincts, et non par l'intelligence, prend une grande signification théorique, si nous considérons les tendances et les courants présents anti-intellectualistes et relativistes de la pensée européenne et américaine.

Avant de nous engager dans le détail de notre sujet, je crois devoir essayer de donner des réponses au moins partielles à quatre questions générales :

1. Que sont les insectes sociaux?
2. Peut-on montrer qu'ils ont eu une évolution?
3. S'il en est ainsi, quelles sont les particularités de cette évolution, et à quelles méthodes devrons-nous faire appel pour les élucider?
4. A quelles causes ou conditions générales pouvons-nous rapporter cette évolution?

***

Que sont les insectes sociaux? Les mots « sociaux », « qui s'associent », sont, il va de soi, un peu vagues et teintés d'anthropomorphisme. Leur sens vague est dû à la multiplicité extraordinaire et au caractère protéiforme du phénomène, même chez les Insectes, sans parler des diverses classes de Vertébrés. Ces phénomènes s'échelonnent le long du chemin qui mène d'un grégarisme ou d'une collectivité faibles, ou de la simple union des sexes, à des sociétés permanentes et hautement constituées, qui rappellent, de loin, la nôtre propre. L'anthropomorphisme qui s'attache au mot « sociaux » s'explique aisément, et le critique peut le condamner ou le pardonner selon ses convictions philosophiques générales.

Deegener (1918) a essayé récemment d'une façon hardie mais peu satisfaisante, dans un volume de 420 pages, de classer et de décrire toutes les formes variées d'association qu'on rencontre dans le règne animal. Il distingue quelques 92 catégories différentes, dont 53 sont représentées chez les insectes. Il les a toutes dotées de noms scientifiques, dérivés surtout du grec, et dont quelques-uns, comme *heterosymphagopaedium*, *amphoterosynhesmium* et *heterosynepileium*, ont une lourdeur bien germanique. Les 92 catégories différentes se partagent en deux groupes ; les sociétés ou associations accidentelles, chez lesquelles la réunion des organismes n'a pas de valeur intrinsèque, c'est-à-dire n'a pas une fin utile à l'individu, et les sociétés ou associations essentielles, chez lesquelles la réunion des organismes a une valeur intrinsèque et sert en partie des fins utiles à l'individu. Chacune de ces catégories principales se subdivise, suivant que l'association comprend des individus de la même espèce ou d'espèces différentes. Le *principium divisionis* finaliste, suivant lequel les principaux groupes sont constitués, est très douteux, pour ne pas dire plus, car les sociétés animales les plus hautement constituées se trouvent elles-mêmes fréquemment dans des situations dans lesquelles le fait d'être membre de la société implique inévitablement la destruction de l'individu. Et, indépendamment du fait que le même animal (p. ex. *Necrophorus*) est placé par Deegener dans différentes catégories, quelques-unes de ces catégories frisent la fantaisie, par exemple son *heterosymporium*, qui comprend les insectes de différentes espèces, charriés ensemble par une crue, ou les différents animaux fuyant devant un feu de prairie, ou son *symphotium*, qui comprend l'assortiment même d'insectes attirés par une lampe. Se laisser aller à un tel verbalisme conduirait à donner à la biologie une réputation plus mauvaise que celle qui a atteint la scolastique médiévale.

Il semble bien évident que, pour prendre une figure, le comportement de tout animal gravite autour de deux axes, dont l'un est agressif et individualiste, l'autre coopératif ou social. Les Darwiniens tenaient le premier mode de comportement pour amplement établi, et le soulignaient beaucoup, de telle sorte que le dernier paraissait être exceptionnel et demander une explication spéciale. Aujourd'hui, on demanderait plutôt une explication du mode de vie solitaire, tellement tous ceux qui étudient les animaux dans leur milieu vivant compliqué sont profondément impressionnés par leurs inclinations sociales ou associatives. La chose est apparente même dans les biocoenoses, puisque tout organisme, peu importe qu'il soit egocentrique, prédateur ou parasite, est social ou coopératif au moins en tant que membre de quelque biocoenose (1).

Si l'on nous demandait d'indiquer un groupe d'animaux typiquement solitaires, nous choisirions peut-être les araignées, mais, lorsque nous les étudions sous les tropiques, nous trouvons que plu-

(1) Cette vérité a été exprimée admirablement, il y a longtemps, par Espinas, dans l'introduction de son ouvrage *Sociétés animales* (1877).

Digitized by Google

sieurs d'entre elles sont positivement grégaires ou vaguement sociales. Récemment, à Panama, M. Nathan Banks et moi avons été frappés par les mœurs de plusieurs de ces arachnides. Une des araignées à toile orbiculaire les plus grandes et les plus communes, *Nephilla plumipes*, construit régulièrement ses toiles pendant la saison humide, de telle façon que celles qui appartiennent aux différentes femelles se réunissent et forment ainsi quelquefois des édifices énormes et remarquables. Un nid composé, que nous avons observé dans les arbres, au sommet de la colline d'Ancon, près de la ville de Panama, avait bien 20 pieds de large et plus de 25 pieds de haut. Sur lui se suspendaient au moins 200 femelles et presque autant de mâles de *Nephilla*, outre un nombre considérable d'*Argyrodes nephillae*, petite araignée Thomiside parasite qui vit uniquement sur les toiles de *Nephilla*. Nous avons aussi rencontré plusieurs espèces de *Théridion* et d'*Uloborus* qui unissent leurs nids d'une manière semblable, et une espèce particulièrement sociale, non décrite apparemment, mais alliée à *Anelosimus socialis* Simon (fig. 373). Dans les nids de cette araignée, des douzaines de femelles de tout âge se promenaient librement et, selon toute probabilité, se nourrissaient en commun, au moins des plus grandes proies. Plusieurs de ces araignées portaient sur leur abdomen les larves d'un hyménoptère parasite (probablement *Polysphincta*). Des insectes étrangers eux-mêmes peuvent vivre impunément dans les nids de quelques-unes de ces araignées de Panama. Dans l'île Barro, Colorado, nous avons trouvé de nombreuses nymphes rouges et des adultes noirs d'une petite Nabide à allure de fourmi (*Arachnocoris albomaculatus* Scott), immobile ou se promenant sur les toiles d'*Uloborus* et de *Theridion* et se nourrissant probablement des proies abandonnées par les araignées. A deux reprises, nous avons observé des douzaines de petites mouches Cécidomyides, pacifiquement stationnaires sur les toiles de *Nephilla* et d'*Uloborus*. Quand on secouait les toiles, les chétifs insectes ne s'envolaient que pour revenir immédiatement à leur première place.

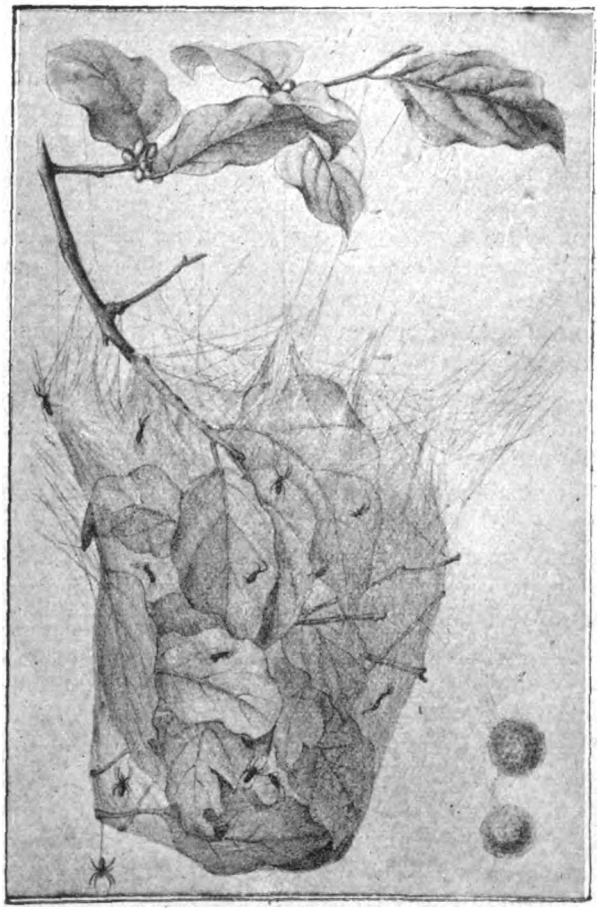


Fig. 373. — Toile commune (enveloppant un rameau de caféier) d'*Anelosimus socialis* E. Sim., (d'après Eug. Simon.)

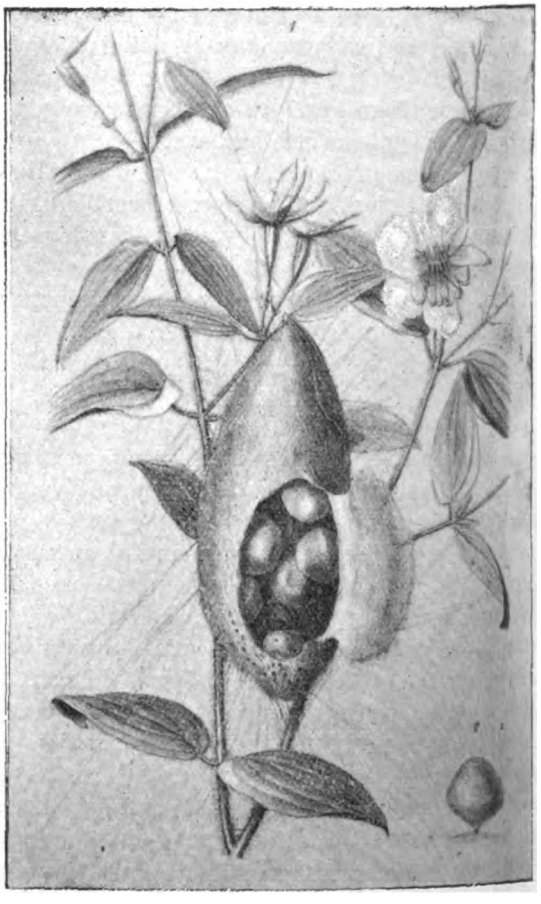


Fig. 374. — Coque incubatrice d'*Epeira bandelieri* E. Simon, (d'après Eug. Simon).

Simon a fait, en 1903, des observations analogues

Digitized by Google

sur les mœurs sociales d'araignées du Vénézuéla et en cite de nombreux exemples dans d'autres contrées tropicales. Il donne une excellente histoire d'*Epeira bandelieri* (fig. 374), *Anelosimus socialis* et *Uloborus republicanus*. Dans les circonstances ordinaires, *E. bandelieri* est solitaire, mais quand approche l'époque de la ponte, plusieurs femelles se réunissent et construisent ensemble une grande capsule elliptique, dans laquelle elles se retirent et filent leurs cocons ovigères. *A. socialis* vit en colonies de plusieurs milliers d'individus qui construisent une toile commune. « Les araignées s'y promènent librement, se rencontrent en se palpant, comme feraient des fourmis avec leurs antennes, et se mettent quelquefois à plusieurs pour dévorer une proie un peu volumineuse. »

L'association de *U. republicanus* (fig. 375) est de beaucoup la plus parfaite, car elle offre sur la même toile un travail commun auquel contribuent tous les associés, en même temps qu'un travail individuel propre à chacun d'eux. « Plusieurs centaines d'*Uloborus* vivent ensemble ; ils filent entre les arbres une toile immense, formée d'un réseau central assez serré sur lequel se tiennent côte à côte beaucoup d'individus des deux sexes, mais principalement des mâles ; ce réseau est suspendu par de longs fils, divergeant dans toutes les directions et prenant attache sur les objets environnants. Dans les intervalles de mailles, formés par ces grands fils, d'autres *Uloborus* tissent des toiles orbiculaires, à rayons et à cercles, qui ne sont alors habitées que par un seul individu. C'est dans le réseau central que doit avoir lieu l'accouplement, autant que nous avons pu en juger par la quantité de mâles qui y étaient réunis. C'est certainement là que s'effectue la ponte. La ponte paraît être presque simultanée pour toutes les femelles d'une même colonie ; à ce moment les mâles ont disparu, les femelles ont cessé de filer des toiles régulières, elles se retiennent sur le réseau central, à quelques centimètres les unes des autres, gardant chacune son cocon dans une immobilité complète ».

D'après Bouvier (1918), « Sémichon (1909) a constaté le même partage fraternel des proies (que chez *U. republicanus*), dans une araignée sociale mexicaine, le *Cœnothele grigalis*, rapportée au Muséum par Léon Diguet (1909). Cette espèce établit sur les arbres de vastes toiles sociales, qui se développent concentriquement au moyen de fils cardés, où viennent se prendre les insectes ; des milliers d'individus vivent en bonne harmonie dans cet immense sac alvéolaire et n'en sortent jamais, sauf après la saison pluvieuse où ils émigrent, j'allais dire essaiment, pour laisser place aux jeunes. Ces nids peuvent se diviser et, suspendus au plafond, servent de pièges à mouches dans certaines régions du Mexique, l'un d'eux, exposé dans les galeries du Muséum, atteint plusieurs mètres de longueur ». Diguet (1909) a écrit les notes suivantes qui concernent deux commensaux qu'il trouva

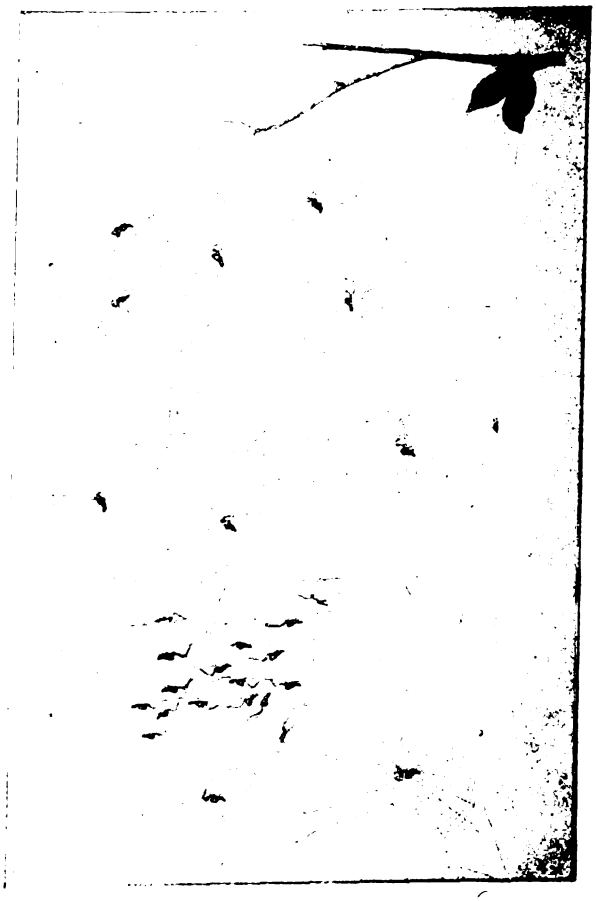


Fig. 375. — Toile commune d'*Uloborus republicanus* E. Sim. Dans le réseau central un groupe de mâles ; entre les fils, toiles individuelles de femelles (d'après Eug. Simon).

habitant les nids de *Cœnothele*. « Dans toutes les parties de l'intérieur du nid, on rencontre, en très grande abondance, vivant en commensal, un Latricide du genre *Melanophthalma ;* le rôle qui paraît incomber à ce coléoptère d'infime dimension est de présider à la propreté du nid, en faisant disparaître et en transportant les détritus qui peuvent encombrer ou souiller les galeries ; sa principale nourriture paraît être les restes du repas de l'Araignée. Comme commensale, on rencontre encore, vivant en parfaite harmonie avec la colonie du *Mosquero*, une araignée errante qui s'est fait l'hôte de ce logis, où elle trouve une vie facile et assurée. » Cette araignée a été reconnue par Simon (1909) comme étant la *Poecilochroa convictrix* Simon (1).

(1) Simon (1892-95), Distant (1898), Marshall (1898), Pocock (1903), et Jambunathan (1908) ont donné des

Digitized by Google

La plupart d'entre nous serons probablement d'accord avec Petrucci (1906) -- qui a fait il y a quelque temps une revue des diverses formes de sociétés chez les vertébrés et a montré leurs dérivations polyphylétiques, — quand il dit : « La seule chose qu'il y ait d'héritée dans les activités sociales de l'animal, c'est la tendance au groupement, tendance affirmée de façon prédominante dans tout le domaine biologique, et qui se réalise en phénomènes concrets dès que les circonstances extérieures lui laissent la possibilité de le faire. »

Petrucci ramène naturellement sa « tendance associative » à des phénomènes tels que la constitution cellulaire des Métazoaires et des Métaphyte et même que les équilibres atomiques et les associations moléculaires du monde inorganique. Mais cette conception, bien qu'elle ne soit pas sans impliquer des considérations philosophiques, devient aussi très vague. Dans le but de rendre la matière plus concrète et plus intelligible, au moins dans le domaine biologique, je préférerais considérer la « tendance associative » comme une « appétition » au sens dans lequel Fouillée et les psychologues anglais et américain Drever (1917), Craig (1918) et Thurstone (1924) ont employé ce terme. Elle se placerait ainsi près des autres appétitions, comme la faim et le sexe, bien qu'elle soit plus faible, plus continue, c'est-à-dire moins spasmodique et, par conséquent, moins évidente.

***

Les animaux sociaux élevés, lorsqu'ils sont séparés des stimuli continuels et ordinaires de leur espèce, manifestent une inquiétude qui montre de la façon la plus frappante cette appétition sociale.

Il est peu douteux qu'elle se manifeste très clairement et très généralement chez certains insectes ; mais, si nous devons faire usage de cette conception dans le champ très spécial dans lequel nous désirons faire mouvoir ces conférences, il sera avantageux de la rétrécir en introduisant d'autres considérations. Il y a des auteurs qui, comme Fabre, ont insinué que les sociétés de fourmis et d'abeilles elles-mêmes peuvent être dérivées phylogénétiquement d'associations fortuites de femelles de la même espèce. Mais c'était avant que la constitution effective et la genèse des sociétés d'insectes fussent connues. Tout le monde admet aujourd'hui que toutes les sociétés d'insectes dignes de ce nom, et quelle que soit leur population, sont des familles, c'est-à-dire des affiliations entre les parents, — et, dans la plupart des cas, de la mère seule, — avec la descendance. Cette vue est abondamment confirmée par l'étude de l'ontogénie des sociétés d'insectes existantes et par les indications fragmentaires que nous pouvons obtenir de leur phylogénie.

Il y a eu, évidemment, une longue évolution, passant par des stades nombreux d'intimité croissante entre la mère et sa progéniture, à partir du stade le plus rudimentaire d'indifférence complète ou presque complète, jusqu'à la coopération mutuelle constante. Nous pouvons construire une série telle par exemple que la suivante, sans nous arrêter à énumérer des exemples concrets, dont la plupart vous viendront immédiatement à l'esprit :

1) La mère insecte dissémine simplement des œufs dans le milieu général dans lequel vivent normalement les individus de son espèce (insectes *atrophaptiques*). Dans quelques cas, les œufs sont placés près de la nourriture des larves (insectes *dystrophaptiques*);

2) Elle place ses œufs dans une portion déterminée du milieu (feuilles, etc.), qui servira de nourriture aux larves venant d'éclore (insectes *eutrophaptiques*) ;

3) Elle pourvoit les œufs d'un revêtement protecteur. Ce stade peut se combiner avec 1) ou 2);

4) Elle reste avec les œufs et les jeunes larves et les protège elle-même ;

5) Elle dépose les œufs dans un emplacement sûr ou spécialement préparé (nid), avec une provision de nourriture aisément accessible aux jeunes qui viennent d'éclore (approvisionnement en masse);

6) Elle reste avec les œufs et les jeunes, protège et nourrit constamment ces derniers avec de la nourriture préparée (approvisionnement progressif);

7) La progéniture est non seulement protégée et nourrie par la mère, mais coopère éventuellement avec elle pour l'élevage de nichées additionnelles de jeunes, de telle sorte que le parent et sa descendance vivent ensemble en société annuelle et durable.

Les insectes qui rentrent dans les catégories 1) à 5) peuvent être désignés comme *infrasociaux*; ceux de la 6e, qui sont plus intéressants pour nos desseins, peuvent être appelés *quasi* ou *subsociaux*. Il n'y a que la dernière catégorie (7e) qui comprenne des formes sociales *sensu stricto*. Le stade final de la série est atteint primitivement par le développement d'un intérêt croissant de la mère

récits des mœurs de l'intéressante araignée sociale du genre *Stegodyphus*, représentée par plusieurs espèces dans l'Afrique du Sud. Walsingham (1903), Marshall et Pocock décrivent également une teigne particulière (*Batrachedra stegodyphobius*), qui vit, à tous ses stades, dans les nids de ces araignées. Mr. J.-H. Emerton m'informe que certaines de nos araignées de la Nouvelle-Angleterre elles-mêmes peuvent filer des toiles étroitement contiguës, par exemple *Dictyna muraria* et *Amaurobius ferox* et qu'il a vu plus d'une centaine de petits moucherons tranquillement immobiles sur la toile de *Linyphia marginata*. Voir aussi Schwarz (1904) et Banks (1904).

Digitized by Google

pour le destin futur de sa descendance. Il va de soi qu'il est rendu possible par une augmentation de la durée de sa vie individuelle. Si ceux qui, étudient la sociologie humaine s'étaient rendu compte de cette condition évidente, ils nous auraient épargné quelques spéculations qui se répètent constamment dans la littérature sociologique. John Fiske, dans sa « Philosophie cosmique » (1874), soutenait que l'augmentation de la durée du premier âge et de l'enfance humaine avaient conduit à l'association définitive des parents avec la lignée. C'était là, pour lui, une nouvelle interprétation de l'origine de la famille. Mais Lovejoy (1922) a montré récemment que la notion était déjà familière à plus d'un penseur du XVIII^e^ siècle. Il mentionne particulièrement le poète Pope et les philosophes Locke et Rousseau, et montre que Rousseau a détruit l'argument de Locke, qui était essentiellement celui de John Fiske, dès 1755, dans son « Discours sur l'origine de l'inégalité ». Rousseau faisait ressortir que si l'habitude de la vie de famille n'avait pas été établie par l'homme primitif durant les mois qui précèdent la naissance du premier enfant, le mâle humain serait difficilement venu en aide à la femelle après l'accouchement : « Comment lui aiderait-il à élever un enfant qu'il ne sait pas toujours être sien, et dont il n'a ni désiré ni prévu la naissance? » Il va de soi que nous devons aujourd'hui, nous orienter vers l'étude des anthropoïdes si nous désirons quelque lumière sur les origines lointaines et nébuleuses de la famille humaine. Toutefois, il est évident qu'aucune augmentation simple de la durée du premier âge et de l'enfance n'aurait de valeur sans une augmentation précédente ou concomitante de la durée de la vie des parents. Cette considération, si clairement indiquée par les insectes, paraît avoir complètement échappé aux auteurs mentionnés ci-dessus.

Nous ne savons rien des causes physiologiques de la longévité accrue des insectes sociaux adultes. Il est probable, comme l'a suggéré Pearl (1921), que la durée de la vie d'un animal est en raison inverse de l'activité de son métabolisme. Il est certain que la durée de la vie, dans les trois castes de fourmis et d'abeilles sociales, à l'air d'être grossièrement proportionnelle à leur dépense respective d'énergie. Mais le problème en face duquel nous nous trouvons est celui de l'augmentation de la vie de l'adulte *après* le commencement de la reproduction. Il est évident que la longue vie que mènent certains insectes avant de se reproduire (p. ex. *Cicada septemdecim*; les larves d'Éphémérides, de Cérambycides, etc...) ne peut pas conduire au développement de sociétés. Et il va de soi aussi que la longévité de l'adulte donne simplement au parent des possibilités, mais ne fait rien pour l'intérêt porté à la progéniture, ou le soin pris à son éducation.

Il me semble que la diminution de l'activité métabolique que l'on peut supposer, selon Pearl, augmenter la durée de la vie, spécialement chez les femelles fertiles, peut être due au fait que tous les insectes sociaux ou subsociaux vivent dans de petites cavités du sol ou du bois, ou, dans le cas le plus exceptionnel des guêpes sociales ou de certaines fourmis tropicales, à l'intérieur de nids en carton. Le milieu, par conséquent, est de ceux qui restreignent ou inhibent les mouvements musculaires. Il est sombre, pauvre en oxygène et de température uniforme et plutôt basse. Toutes les conditions favorisent nécessairement un métabolisme et une activité réduits, et une accumulation de graisse dans le corps de l'insecte. Les reines ou mères, des sociétés d'insectes donnent bien l'impression d'avoir acquis leurs particularités physiologiques et quelques-unes de leurs particularités morphologiques

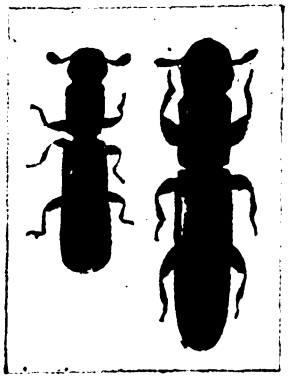


Fig. 376. — *Eunausibius Wheeleri* (à gauche); *Coccidotrophus socialis* (à droite).

en réponse à un tel milieu, car elles sont très apathiques et tendent à perdre la faculté de voler (*Meliponinæ*), ou même les ailes (fourmis et termites) et à acquérir un anabolisme accentué, comme le montrent l'accumulation de graisse, et la ponte d'œufs riches en vitellus. Aussi est-il très probable que l'augmentation de la vie de l'adulte et la fécondité de ces insectes, à la fois, aient été graduellement acquises en raison du milieu réduit dans lequel non seulement ils se développent, mais continuent à vivre quand ils sont adultes. Leur fécondité est dans une certaine mesure fonction de leur longévité, et s'exprime clairement par la taille de la colonie adulte dans toutes les espèces d'insectes sociaux, spécialement chez les termites les plus élevés (*Termes*), chez les fourmis de genres comme *Eciton* et *Atta*, et chez l'abeille domestique. D'un autre côté, la petite taille des colonies complètes de plusieurs fourmis primitives (*Ponerinæ*) et des

Digitized by Google

termites (*Calotermitidæ*) paraît être la conséquence de la vie la plus courte de la reine mère.

***

On a reconnu une organisation sociale au moins dans trente groupes différents d'insectes, appartenant à huit ordres naturels très différents. Douze au moins de ces groupes sont devenus définitivement sociaux. Les autres n'ont pas dépassé une ébauche très imparfaite. Quelques-uns de ces insectes subsociaux, surtout les Coléoptères, sont très intéressants, mais leurs mœurs sont si variées que je dois vous renvoyer au bref récit que j'en ai donné dans mon livre *Social life among the Insects*. Une esquisse des mœurs du Silvanidé social que j'ai observé d'abord pendant l'été de

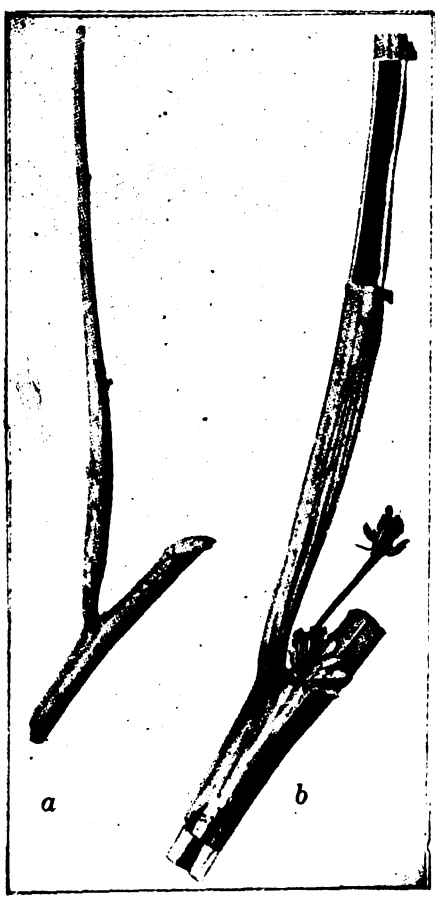


Fig 377. — Pétioles de feuilles de *Tachigalia paniculata*.

1920, à la Guyane anglaise, servira d'exemple pour toute la série.

Ces coléoptères (fig. 376), que Schwarz et Barber ont nommé *Coccidotrophus socialis* et *Eunausibius Wheeleri*, ont moins d'un quart de pouce de longueur et ont un corps allongé, grêle, subcylindrique, d'une couleur rouge ou châtain, avec des pattes courtes et des antennes en massue. On les trouve seulement dans les pétioles creux d'un (fig. 377 *a*) arbre très intéressant, *Tachigalia paniculata*, et seulement chez les specimens jeunes, d'une hauteur de 1 ½ à 7 pieds, pendant qu'ils poussent à l'ombre des grands arbres de la jungle.

Les arbres plus âgés, qui peuvent atteindre 40 pieds et plus, ont tous leurs pétioles (fig. 377 *b*) habités par des fourmis qui mordent ou piquent désagréablement (*Pseudomyrma maligna* et *P. crucians*, *Azteca foveolata*). Chaque colonie de coléoptères est conduite par un mâle et une femelle, qui perforent la paroi du pétiole, le débarrassent de toute moelle ou de tous les restes d'occupants antérieurs qu'il peut contenir, et commencent à se nourrir d'un tissu particulier, riche en protéines, qui est disposé en bandes longitudinales parallèles sur la paroi du

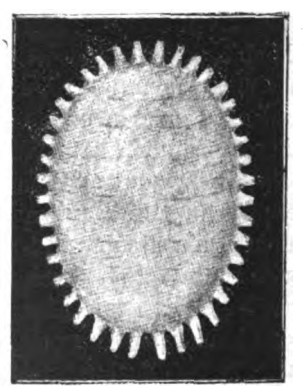


Fig. 378. — *Pseudococcus bromelix* Bouché.

pétiole. En rongeant ce tissu, ils creusent peu à peu des sillons, et entassent leurs excréments dans les espaces non rongés, de telle sorte que l'intérieur de chaque pétiole prend un aspect particulier. Pendant que les coléoptères s'occupent ainsi, de nombreuses petites cochenilles (fig. 378) du genre *Pseudococcus* (*Ps. brevipes*), couverts d'une cire d'un blanc de neige, pénètrent dans le pétiole par l'orifice percé par les coléoptères, s'installent dans les sillons, enfoncent leurs suçoirs délicats dans le tissu nourricier et se gonflent de leurs sucs.

Bientôt les coléoptères commencent à pondre leurs œufs, petits, elliptiques et blancs, le long des bords des sillons, et les larves qui éclosent, joliment translucides, se promènent dans la cavité et se nourrissent du même tissu que les parents. Quelque incroyable qu'il puisse paraître, les adultes, comme les larves de tout âge, ont appris à caresser les cochenilles avec leurs antennes, absolument comme nos fourmis communes caressent des cochenilles et des pucerons analogues, et se nourrissent des gouttelettes de miellée que ces pucerons donnent quand on leur titille convenablement le dos. Les

Digitized by Google

Silvanides sont si friands de ce nectar que j'ai vu des coléoptères et des larves caresser des cochenilles pendant une heure et plus, recevant et avalant le liquide à des intervalles de quelques minutes. Lorsqu'il arrive que deux ou plusieurs coléoptères, ou deux ou plusieurs larves, ou un groupe d'adultes et de larves, se mettent à caresser la même cochenille, ils se placent en cercle autour d'elle, comme des porcs autour d'une auge. Les individus les plus grands ou les plus forts essaient de repousser les autres avec leur tête. Mais les individus écartés essaient de revenir et de recommencer leurs caresses, jusqu'à ce que les coups deviennent trop durs, ou jusqu'à ce que les individus les plus forts s'en aillent caresser un autre cochenille. Les coléoptères et leur progéniture trouvent ainsi une riche nourri-

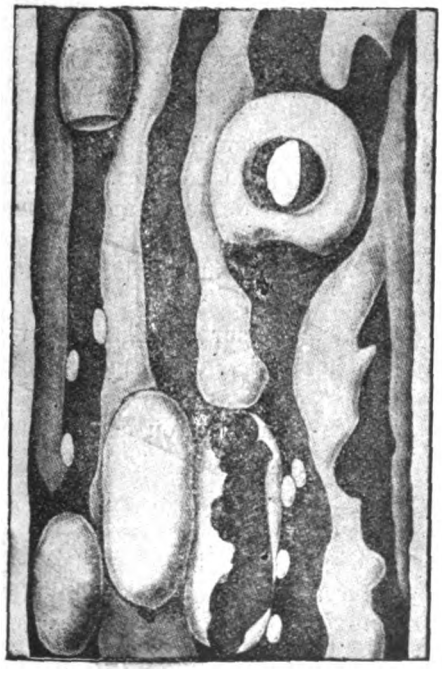


Fig. 379. — Fragment de la paroi d'un pétiole de *Tachigalia* habité par *Coccidotrophus socialis*, montrant l'orifice d'entrée, les œufs et les cocons du coléoptère (l'un est ouvert) et deux cocons plus petits (dont un ouvert) d'un Coccide parasite.

ture, consistant en partie en tissus riches en protéine du *Tachigalia* et en partie en eau sucrée émise par les cochenilles, lesquelles se gorgent à leur tour de la sève de l'arbre. Les coléoptères échelonnent leur ponte, de telle sorte qu'on trouve dans la même colonie des larves à tous les stades (fig. 379). Chaque larve, quand elle est mûre, se construit un cocon de petites particules qu'elle détache des tissus de la plante, s'y glisse, ferme l'orifice de l'intérieur et se transforme en chrysalide. Quand les jeunes éclosent, ils restent avec leurs parents, et commencent bientôt à pondre des œufs, de telle sorte que la colonie peut se monter à plusieurs douzaines d'adultes, larves, pulpes et cochenilles à tous les stades. Tous vivent pacifiquement ensemble, excepté pendant les petites scènes de famille qu'amène la traite de leur patient troupeau blanc de neige. Quand le pétiole devient trop peuplé, des couples de coléoptères le quittent, entrent dans des pétioles du même Tachigalia, ou d'autres, et fondent de nouvelles colonies. Comme l'arbre croît et, sortant du sous-bois, émerge à la lumière du soleil, les fourmis, qui prennent maintenant complètement possession de l'arbre, expulsent les coléoptères de leurs cavités pétiolaires, mais adoptent leurs cochenilles, de même que les Allemands, pendant l'invasion, s'appropriaient le bétail français. La description précédente s'applique à *Coccidotrophus socialis*, mais *Eunausibius*, plus rare, a des mœurs très voisines. Le Dr N.-M. Mann a, plus récemment, découvert une seconde espèce de *Coccidotrophus* (*C. Cordiæ*, Barber), qui vit essentiellement de la même façon, avec les mêmes cochenilles, dans les renflements de la tige d'une myrmécophyte, *Cordia allidora*, de la Bolivie.

***

Il m'a fallu un temps si long pour répondre à la première des quatre questions que je posais au début de cette conférence, que je devrai être très bref dans mes réponses aux trois autres. Notre seconde question était : Peut-on montrer que les insectes sociaux ont eu une évolution? Je considère que nous acceptons tous la théorie de l'évolution, au moins dans le sens du « transformisme », et que nous répondrions tous affirmativement à la question posée.

Nous devons admettre que notre connaissance très maigre des différents groupes auxquels appartiennent la plupart des insectes subsociaux nous empêche actuellement de donner une idée de leur évolution. Ils sont tropicaux pour la plupart, et ce sont des représentants, ou imparfaitement connus, ou isolés et sporadiques, de grands groupes qui n'ont jamais été l'objet d'une étude éthologique comparée étendue. Il nous est donc impossible de tracer le cours probable de leur développement phylogénique. Par exemple, les *Coccidotrophus* et *Eunausibius*, décrits plus haut, appartiennent à la famille de coléoptères des Silvanidés, dont la plupart des espèces ont des mœurs simples, non sociales. Mais, si nous connaissions les espèces tropicales qui sont étroitement alliées à *Coccidotrophus* et *Eunausibius*, nous pourrions projeter quelque lumière sur leur comportement particulier. Nous sommes dans la même situation difficile vis-à-vis des Ipidés (Scolytidés), Platypodidés, etc... Cette pénurie de documents nous oblige à nous restreindre à l'évolution

Digitized by Google

des groupes vraiment sociaux qui appartiennent exclusivement aux hyménoptères Aculéates et aux Isoptères. Ceux-ci ont été heureusement l'objet d'études si pénétrantes et si étendues, de la part d'un tel nombre de chercheurs, que nous pouvons édifier un corps remarquable d'observations et d'expériences précises.

Les conférences qui suivront répondront aussi à la première partie de la troisième question, savoir les particularités de l'évolution des insectes sociaux. Mais nous devons discuter brièvement ici la deuxième partie, qui a trait aux méthodes à employer pour rechercher cette évolution. Notons bien que nous nous occupons de la phylogénie d'insectes caractérisés par un type particulier de comportement. Par conséquent, comme le comportement ne se fossilise pas, nous devrons l'induire des particularités morphologiques et des modes de comportement qui sont liés à des particularités analogues chez les insectes actuels. C'est dire que nous sommes contraints de procéder historiquement. Il y a eu, depuis quelque temps, des discussions considérables, surtout en Allemagne, sur les relations précises de la biologie et de l'histoire, et de l'histoire et de la philosophie, et l'on paraît accepter à nouveau ce que pensaient la plupart des anciens chercheurs, savoir que la biologie au sens large, englobant l'anthropologie et la psychologie, a ceci de particulier qu'elle est à la fois une science naturelle et une branche de l'histoire (phylogénie) (1).

Mais, du point de vue du biologiste « pur sang » qui considère que la science n'est pas autre chose qu'une continuation de la physique et de la chimie, et n'est donc capable de se développer que par l'observation directe, l'expérimentation et les mathématiques, celui qui s'occupe de phylogénie, ou de l'aspect historique des organismes est dans une position fâcheuse. Il ne peut pas observer le fonctionnement des formes éteintes, ni combiner d'expériences sur elles. Tous ses essais de reconstruire ce que fut la vie passée des animaux et des plantes sont donc nécessairement plus ou moins indirects, hypothétiques et problématiques. Il ne peut pas même recourir aux méthodes des archéologues, parce que, excepté dans des cas extrêmement rares, il ne reste pas d'objets construits par les animaux disparus. Les seuls exemples que je connaisse sont des nids fossiles de guêpes Euménides, décrits par Handlirsch (1910), de l'oligocène supérieur de Florsheim et les monticules des plus grandes fourmis Attides, que Branner (1900) pense avoir persisté dans quelques cas à travers les époques géologiques. Si l'on me permet d'employer le langage des psychoanalystes actuels, celui qui étudie la phylogénie ne peut que compenser son infériorité par rapport au biologiste expérimentateur ou statisticien en épuisant et même surmenant les maigres ressources méthodiques dont il dispose. Ces ressources, qui sont certainement moins limitées en entomologie que dans maint autre domaine, sont les suivantes :

1° Les documents paléontologiques. Ils sont nombreux et ont été récemment l'objet de révisions critiques et d'additions de la part d'entomologistes compétents, familiers avec les espèces vivantes voisines. Et, bien que ce qui reste de certaines périodes géologiques soit d'une maigreur déplorable, un nombre suffisant de formes ont été conservées pour donner une image cohérente de l'évolution de la plupart des ordres et de beaucoup de familles d'insectes ailés (*Pterygogenea*). Ces documents constituent, évidemment, les sources les plus précieuses pour celui qui s'occupe de phylogénie ;

2° La morphologie comparée, c'est-à-dire l'anatomie comparée et l'ontogénie des insectes actuels ;

3° La grande masse de documents taxonomiques ou biotaxiques, codifiés et classés, et qui sont solidement fondés sur la morphologie externe des espèces actuelles ;

4° Les documents sur la distribution géographique, ou chorologie, des espèces fossiles et actuelles ;

5° L'éthologie comparée, ou comportement des formes vivantes (1).

***

Notre quatrième question concernait les causes ou les conditions générales de l'évolution chez les insectes sociaux ou l'étiologie du processus, comme aurait dit Huxley. Elle se résout naturellement elle-même en un certain nombre de problèmes intriqués. Quelques-uns d'entre eux nous occuperont dans les conférences suivantes. Il est évident que l'évolution des insectes sociaux ne peut être séparée des problèmes de l'évolution organique en général, mais le seul comportement de ces insectes comme organismes sociaux suggère des problèmes d'intérêt plus spécial. Les insectes sociaux descendent, ce n'est pas douteux, de formes solitaires qui ont acquis leurs caractères fondamentaux de structure et de comportement en réponse à un milieu, comme celui des insectes non sociaux. Mais le développement d'un mode de vie sociale perma-

(1) Voir spécialement les travaux érudits de H. Ricker (1921), Kroner (1913, 1919), Mehlis (1915) et Schaxel (1922).

(1) Schaxel (1922) a publié récemment un réquisitoire serré contre la phylogénie. Mais sa discussion révèle une connaissance singulièrement insuffisante de la technique actuelle de la phylogénie.

Digitized by Google

nent a créé un milieu nouveau et extraordinaire. C'est une réponse multimillénaire continue à ce milieu qui a produit certains caractères nouveaux, ayant pu modifier le patrimoine présocial physiologique et morphologique acquis, se superposer à lui et quelquefois le masquer. La vie sociale, comme il serait facile de le montrer si le temps le permettait, doit influencer profondément les activités organiques tout à fait fondamentales de reproduction, nutrition et protection, car toutes ces activités se règlent d'une manière très différente chez une espèce sociale comparée à une espèce non sociale. On a quelquefois exprimé des doutes sur le fait de savoir si l'homme montre des effets acquis de la vie sociale, puisque le langage lui-même doit être appris à tous les enfants. Mais la société humaine est quelque chose de très jeune comparée aux sociétés d'insectes les plus récentes.

Un autre problème plus général est suggéré par la société d'insectes, ou la colonie considérée comme un tout, qui, comme je l'ai montré autre part (1911) est si remarquablement analogue au corps d'un métazoaire considéré comme un ensemble de cellules, ou même à n'importe quel organisme vivant considéré comme un tout, si remarquablement analogue qu'elle doit être soumise aux mêmes lois. Mais le biologiste, avec ses méthodes actuelles, est impuissant à donner une explication de l'organisme considéré comme un tout. Il ne peut faire appel à l'entéléchie, ou « élan vital », quelques suggestives et satisfaisantes que de telles entités puissent être pour des philosophes. Il ne lui sert de rien, non plus, de dire qu'un essaim d'abeilles ou une colonie de fourmis ou de termites a une superentéléchie, une « âme de la ruche », pour employer l'expression de Réaumur et de Mæterlinck, cette âme de la ruche étant conçue comme contrôlant les entéléchies des différents individus. C'est simplement une autre façon de poser le problème, une façon très vague et illusoire. Nous pouvons seulement considérer le caractère organique de la colonie considérée comme un tout, comme un mode d'expression de ce fait qu'elle n'est pas équivalente à la somme des individus qui la constituent, mais qu'elle représente un « niveau émergent », différent et actuellement inexplicable, dans le sens de C. Lloyd Morgan Sellars (1922), Parker (1924) et d'autres.

Wiliam Morton Wheeler,
Professeur à l'Université Harvard (Cambridge Mass.)
Agréé à l'Université de Paris.

REVUE INDUSTRIELLE

LE RHIN SOURCE D'ÉNERGIE ET VOIE NAVIGABLE

Le Rhin entre Bâle et Strasbourg a, sur un parcours d'environ 125 kilomètres, une pente d'environ 108 mètres, ce qui, avec le débit de 850 mètres cubes par seconde disponible en moyenne pendant sept mois et demi par an, représente une puissance utilisable de près de 900.000 chevaux.

Comment se fait-il que cette source d'énergie située à proximité d'une des contrées les plus industrielles du monde, l'Alsace, n'ait pas encore été utilisée? Quand va-t-elle l'être et de quelle manière?

C'est à ces diverses questions que nous allons répondre ici.

Historique. — C'est en 1893, à l'occasion d'une étude comparative des différents projets d'aménagement de chutes sur le Rhin en territoire suisse, que me vint la première fois l'idée d'utiliser la

Fig. 380. La barre rocheuse d'Istein.

force du Rhin en aval de Bâle au profit de l'industrie alsacienne. De longues études étaient nécessaires pour s'assurer de la viabilité d'une pareille entreprise, et ce n'est qu'en 1902 que je fus à même de présenter à la Société Industrielle de Mulhouse un projet détaillé d'usine hydro-électrique sur le Rhin, dont la chute était réalisée par un barrage et un canal latéral établis déjà alors sur les mêmes principes que les projets actuels.

La demande de concession, appuyée par une pétition des industriels alsaciens, fut déposée encore dans la même année auprès des Gouvernements

Digitized by Google

d'Alsace-Lorraine et du Grand-Duché de Bade.

La procédure suivit lentement son cours, les rouages administratifs semblant ne tourner qu'à regret et sous la pression de l'opinion publique. La Commission Centrale pour la Navigation du Rhin avait cependant donné son accord pour l'exécution de ce projet et, d'autre part, les industriels avaient fondé, en 1910, avec l'appui de la Ville de Mulhouse, la Société « Forces Motrices du Haut-Rhin » au capital de 20 millions de marks pour poursuivre la réalisation de cette entreprise.

Cependant, la guerre vint sans que l'on ait pu obtenir la concession, de nouvelles difficultés étant suscitées sans arrêt. Le Gouvernement allemand voyait certainement dans l'utilisation de la houille blanche du Rhin une concurrence aux charbons de la Ruhr et surtout à ceux des mines de la Sarre, qui appartenaient à l'État prussien.

La guerre a heureusement complètement changé cette situation.

Grâce à l'intervention de M. Daniel Mieg, Prémous du barrage jusqu'à la Birse, en amont de Bâle, peut être considérée comme octroyée et le projet de loi donnant la concession de cette installation à la Société « Forces Motrices du Haut-Rhin » à Mulhouse va pouvoir être discuté prochainement à la Chambre des Députés et au Sénat, où il ne trouvera certainement que des partisans, car tout le monde sait combien l'Alsace attend avec impatience la mise en valeur de cette source d'énergie qui est absolument nécessaire à son développement.

Importance du Grand Canal d'Alsace au point de vue de la navigation.

Nous avons exposé l'importance du Grand Canal d'Alsace comme source d'énergie ; elle n'est pas moindre au point de vue de la navigation.

Le Rhin, dans son état naturel, ne présentait de bonnes conditions de navigation que jusqu'à Mannheim (1) car, jusqu'en ce point, la profondeur du fleuve est suffisante et la vitesse du courant

Fig. 381. — Plan de l'installation hydro-électrique de Kembs.

sident de la Société Industrielle de Mulhouse, le Traité de Versailles donne à la France le droit exclusif à l'utilisation du Rhin le long de la frontière d'Alsace pour la production de l'énergie électrique en sa faveur. M. Millerand, alors Commissaire Général de la République en Alsace-Lorraine, reconnut, dès après l'armistice, toute l'importance que l'aménagement du Rhin avait pour l'Alsace, et c'est sur son initiative que nous avons établi un projet général d'aménagement de ce fleuve entre Bâle et Strasbourg à l'aide d'un canal latéral : le *Grand Canal d'Alsace*, comprenant huit usines d'environ 100.000 chevaux chacune. Le premier échelon de ce projet constitue l'*usine hydro-électrique de Kembs*.

Actuellement, le projet pour cette première usine de 120.000 chevaux a été successivement accepté par le Conseil Supérieur des Travaux Publics, par la Commission Centrale pour la Navigation du Rhin, à laquelle tous les États riverains en aval de Bâle sont représentés, par l'État de Bâle-Ville. La concession suisse pour l'extension du re-

ne dépasse pas un mètre par seconde. De Mannheim en amont, jusqu'à Bâle, la vitesse du courant va en augmentant jusqu'à 3 et 4 mètres par seconde et la profondeur de l'eau va en diminuant.

Pour rendre le Rhin navigable jusqu'à Strasbourg, on a dû régulariser son cours en créant un chenal artificiel que l'on maintient à l'aide d'épis, travail onéreux et d'un entretien coûteux. En amont de Strasbourg, un pareil travail serait beaucoup plus onéreux encore et d'un résultat problématique. Le canal latéral, au contraire, donnera à la navigation entre Bâle et Strasbourg, une nouvelle voie sûre, large et profonde et avec une vitesse de courant extrêmement faible (en moyenne 1,20 mètre au lieu de 3 à 4 mètres dans le Rhin). La différence de niveau (en dehors de celle correspondant à la faible pente du canal) sera franchie sans effort par

(1) Exception faite du petit parcours au Bingerloch où l'on a dû établir, dans les rochers, un chenal artificiel navigable.

Digitized by Google

huit écluses de grandes dimensions donnant passage à un train de bateaux complet.

Par le Grand Canal d'Alsace, la navigation pourra se faire en tout temps, alors qu'actuellement, elle est intermittente ; elle n'est possible, en effet, que par les eaux moyennes, c'est-à-dire pendant cent à deux cents jours par an, suivant les années.

Ce canal constituera une merveilleuse artère de navigation entre Strasbourg et Bâle. Son premier échelon, l'usine hydro-électrique de Kembs, per-

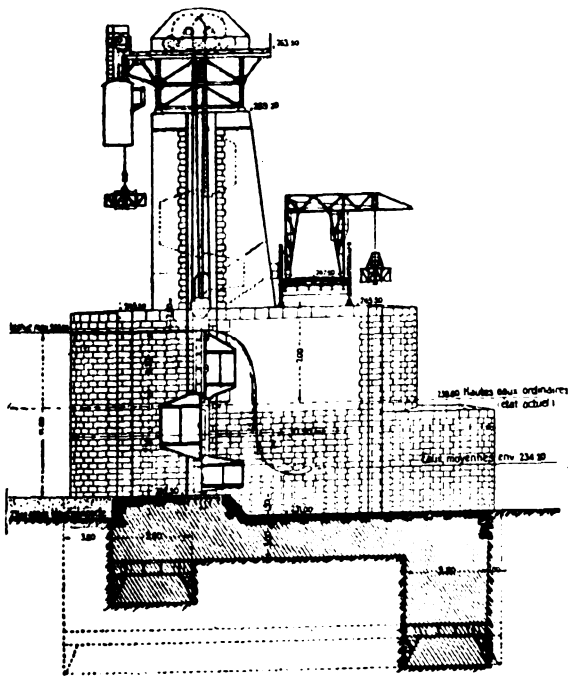


Fig. 382. — Coupe en travers du barrage.

mettra déjà de contourner le passage le plus dangereux du cours du Rhin, la barre rocheuse d'Istein (voir fig. 380).

Description du projet de l'usine hydro-électrique de Kembs.

Le projet de l'usine hydro-électrique de Kembs (fig. 381), dont la construction pourra probablement être entreprise dans le courant de cette année, se compose des ouvrages suivants :

1° Un *grand barrage mobile* à vannes Stoney (voir fig. 382), construit en travers du Rhin, à 5,5 km. en aval de la frontière franco-suisse. Ce barrage sera fondé pneumatiquement dans l'argile compacte qui se trouve un peu au-dessous du lit du Rhin. Aux basses eaux, le niveau du fleuve sera surélevé de 8 mètres environ, tandis qu'en temps de hautes crues, le barrage sera complètement effacé, de manière à laisser libre passage à celles-ci.

Le relèvement du plan d'eau provoque, à l'amont, un remous qui s'étend jusqu'au débouché de la Birse, c'est-à-dire à travers la Ville de Bâle. Il sera, par suite, nécessaire d'exécuter, dans cette ville, une série de travaux pour la modification des égouts et le réglage des eaux souterraines, travaux qui ont été étudiés avec le plus grand soin et pour lesquels un accord avec la Suisse a été réalisé.

2° Le *canal d'amenée* d'eau à l'usine, qui constitue en même temps le premier tronçon du Grand Canal d'Alsace. La prise d'eau de ce canal s'effectuera à 500 m. en amont du barrage ; le niveau d'eau sera réglé, d'une part, par les vannes du barrage, d'autre part, par le débit que l'on écoulera à travers le bâtiment des turbines. Le canal aura une longueur de 5,6 km.

3° *L'usine* proprement dite, qui barre, à son extrémité aval, le canal d'amenée et dans laquelle sont installées les turbines à axe vertical et, à l'étage supérieur, les alternateurs accouplés directement aux turbines (voir fig. 383).

Comme les différentes usines construites sur le Grand Canal d'Alsace doivent être indépendantes l'une de l'autre, il est nécessaire de prévoir, pour le

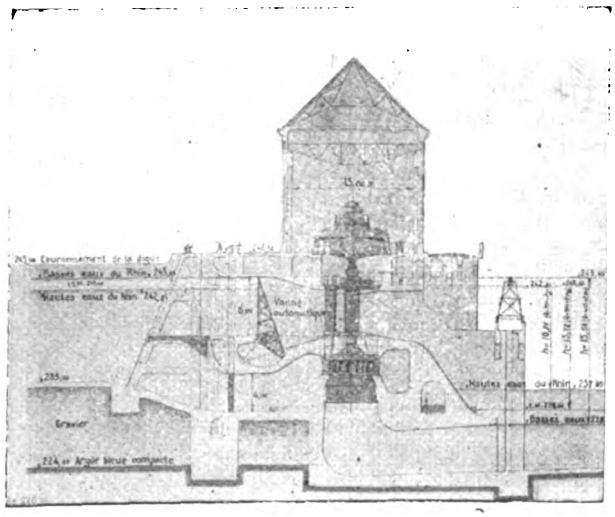


Fig. 383. — Coupe en travers du bâtiment des turbines.

cas de l'arrêt d'une ou de plusieurs unités d'une installation, un libre passage au volume d'eau correspondant au débit des turbines arrêtées. Pour satisfaire à cette condition, on a eu l'idée d'établir, à travers chaque chambre, entre la turbine et l'alternateur, une ouverture fermée par une vanne automatique (1). Ce dispositif très simple permet d'éviter l'établissement d'un déversoir spécial qui aurait été très coûteux. Il permet également d'éva-

(1) Dispositif breveté par MM. René Koechlin, Locher et C^ie^.

Digitized by Google

cuer, en hiver, la tranche supérieure de l'eau et la glace, sans arrêt de l'installation.

4° Une *écluse* pour la navigation, de 185 m. de longueur et de 25 m. de largeur, qui est accolée au bâtiment des turbines, permet à un train de bateaux complet de franchir la chute, On envisage également la construction d'une seconde écluse de 100 m. de longueur pour le cas où la première ne serait pas de capacité suffisante pour le trafic futur.

5° Le *canal de fuite*, qui a un tracé aussi court que possible pour éviter de gros déblais tout en satisfaisant aux exigences de la navigation.

Le canal de fuite de l'usine de Kembs débouchera provisoirement dans le Rhin jusqu'à ce que l'on construise la seconde usine, dont le débouché du canal de fuite dans le Rhin sera de même supprimé lorsque l'on construira la troisième usine. L'ensemble des canaux d'amenée aux différentes usines constituera le Grand Canal d'Alsace, la dernière usine étant établie au port même de Strasbourg.

Pour l'étude de la réalisation des chutes en aval de celle de Kembs, les Chambres de Commerce de l'Est de la France y compris celles d'Alsace-Lorraine ont fondé, avec d'autres intéressés, la Société Régionale d'Etudes du Rhin.

Comme il faut compter 5 ans pour la mise en œuvre d'un des tronçons du canal donnant environ 100.000 chevaux, c'est cent mille chevaux tous les cinq ans que le Grand Canal d'Alsace pourra livrer à la consommation, en supposant que sa construction se poursuive d'une manière ininterrompue jusqu'à Strasbourg. On voit l'énorme importance que la construction du Grand Canal d'Alsace aura au point de vue du développement de l'industrie en Alsace-Lorraine et dans tout l'Est de la France.

René KOECHLIN,
Ingénieur-conseil à Mulhouse.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les sulfures de zinc phosphorescents. — En 1917, M. A.-A. Guntz entreprenait, à la Poudrerie Militaire du Bouchet, des recherches en vue de la production du sulfure de zinc phosphorescent radio-activé, destiné aux armées. Il a été conduit à étudier les divers facteurs pouvant agir sur les propriétés des sulfures de zinc phosphorescents et a obtenu des résultats très intéressants (*Thèse*, Paris 1925).

On sait qu'un corps pur n'est jamais phosphorescent. On donne à l'impureté qui détermine la phosphorescence le nom de *phosphorogène* et à la masse principale celui de *diluant*. Si, à un diluant donné, on ajoute des quantités croissantes d'un phosphorogène, la phosphorescence passe par un maximum d'intensité pour une certaine concentration du phosphorogène, après quoi elle décroît (loi de l'optimum). M. A.-A. Guntz a établi que le cuivre est le seul métal indispensable pour obtenir la belle phosphorescence verte du sulfure de zinc et que le manganèse donne une phosphorescence orangée quand il est pris à l'état pur et une phosphorescence jaune quand il est associé au cuivre.

Aucun des autres métaux essayés ne rend le sulfure de zinc phosphorescent sous l'influence de la lumière; tous les cas positifs qui ont été signalés semblent dus à la présence de traces de cuivre dans le métal étudié. Pour les autres métaux phosphorogènes, bismuth, plomb, argent et uranium, les phosphorescences n'apparaissent que sous l'influence des rayons cathodiques ou aux basses températures.

La concentration optima du cuivre est faible, voisine de 10^{-4}. Les sels alcalins fusibles qu'on ajoute dans la préparation ont un rôle multiple : ils se combinent probablement au phosphorogène pour former un complexe photosensible; ils aident à la minéralisation et agissent sur la structure cristalline; enfin ils peuvent réagir chimiquement.

La différence de structure cristalline entre la wurtzite et la blende se manifeste dans la durée de la phosphorescence de ces deux formes allotropiques, et cette différence ne peut être attribuée à la seule influence de la température de calcination.

M. A.-A. Guntz a montré que la substitution progressive du cadmium au zinc permet de préparer une série de composés luminescents nouveaux dont la teinte varie du vert au rouge.

Ces produits sont des solutions solides homogènes où le diluant Cd S agit sur l'émission qui est déplacée vers le rouge. Le même effet s'observe sur l'absorption et la bande d'excitabilité; le parallélisme de ces déplacements indique que ces trois propriétés sont étroitement liées et qu'en particulier le spectre d'émission se place dans les zones de transparence, non seulement du phosphorogène mais aussi du diluant. De même, les molécules du diluant interviennent dans l'absorption qui produit l'excitation. La loi de Stokes reste vérifiée en première approximation.

L'énergie mise en jeu au cours de la phosphorescence a pu être déduite des courbes d'intensité et évaluée à une fraction de quanta par atome de phosphorogène. En remarquant qu'à la température ordinaire la quantité d'énergie ne représente pas le maximum possible, on peut admettre que l'énergie atteint un ou deux quanta au maximum et qu'elle a pour support le phosphorogène seul ou associé à quelques atomes du diluant. Cette énergie ne peut pas élever d'une quantité appréciable la température du sulfure. Le rendement lumineux a été également calculé et varie entre 0,75 et 0,6.

A. Bc.

Digitized by Google

Magnétisme

Les aimants permanents. — Nous extrayons d'un rapport de S. Evershed quelques précisions intéressantes sur les aimants permanents et le fer, qui en constitue la masse principale.

Le fer pur ordinaire existe, on le sait, sous plusieurs formes allotropiques. A la température ordinaire, nous avons le fer , qui est le plus commun de tous les métaux. Sa chaleur spécifique a 0° est exactement égale à 0,1055 cal./g. xdegré, nombre qui se trouve en excellent accord avec la théorie des chaleurs spécifiques des corps solides. Cette chaleur spécifique croît graduellement jusqu'aux environs de 750° C. Il y a là un *effet précurseur*, qui indique que la chaleur fournie n'est pas entièrement employée à élever la température du corps; sans doute, une partie est-elle consacrée à un changement de structure du fer. Vers 770° C, le fer α commence à se transformer en fer β, et la transformation est pratiquement complète à 810° C.

Le fer α est magnétique. Le fer β ne l'est pas. Ce changement profond de propriétés correspond à une modification radicale de la structure atomique, et il n'est pas exagéré de dire que le fer β est en quelque manière un nouvel élément. Entre 918° et 920° C, le fer β se convertit à son tour en fer γ, et enfin entre 1.404° et 1.405°, le fer γ devient fer δ, changement qui se manifeste par un soudain accroissement de chaleur spécifique égal à 50 pour cent. Le fer pur fond à 1.528° C. Si l'on admet que la chaleur spécifique varie en raison inverse de la masse atomique (loi de Dulong et Petit), il en résulte qu'aux variétés précitées de fer l'on doit attribuer des masses atomiques d'environ 56, 37, 41 et 27, qui sont celles du fer, du chlore, du calcium et de l'aluminium. Il serait certes exagéré de dire que le fer subit ces transmutations sous le seul effet d'une élévation de température, mais il n'est pas douteux que celle-ci a fait subir à l'atome initial quelque transformation non moins révolutionnaire.

Les carbures employés pour la fabrication des aciers à aimants ne sont bien solubles que dans les fers δ, γ et β, mais ces variétés ne sont magnétiques ni l'une ni l'autre. L'état α doit donc être réalisé, pour faire un aimant. Ainsi, l'acier à aimant sera obtenu en chauffant le fer, auquel du carbure se trouve incorporé, jusqu'à ce qu'il se trouve dans l'état β ou γ, qu'il dissolve donc une certaine quantité de carbure, puis en le refroidissant brusquement, par immersion dans l'eau, pour le faire passer à l'état α, dans lequel le carbure, qui y est peu soluble, restera à l'état de solution solide sursaturée, n'ayant pas eu le temps de s'en séparer.

Aujourd'hui d'ailleurs, on se sert rarement d'acier au carbone pour la fabrication des aimants permanents. Dans l'acier au tungstène, qui est beaucoup plus employé, la moitié du carbure de fer est remplacée par du carbure de tungstène, ce qui fait passer la force coercitive de 50 à 70. On peut aussi remplacer le tungstène par le cobalt, et alors la force coercitive atteint la valeur 180. Au point de vue du fabricant, l'acier au tungstène est cependant le plus intéressant, comme étant moins cher que l'acier ordinaire, et surtout que l'acier au cobalt. Mais l'acier au cobalt est beaucoup plus avantageux au point de vue de la conservation de l'intensité d'aimantation. Par exemple, si l'on soumet deux barreaux de même forme, l'un d'acier au tungstène, l'autre d'acier au cobalt, à des champs démagnétisants égaux à 20 pour cent de leurs forces coercitives, l'aimant au tungstène perd 14 pour cent de son intensité d'aimantation, tandis que l'aimant au cobalt ne perd que 3 pour cent de la sienne.

Evershed a fait de nombreuses expériences sur la perte de force coercitive de toutes sortes d'aimants *permanents*. Dans un aimant au cobalt, par exemple, la force coercitive initiale était égale à 180; après 4,4 ans, elle était tombée à 162. Cette chute continuelle est attribuable à la sortie progressive des molécules de carbure de la solution, sursaturée nous l'avons vu, où elles se trouvent. L'auteur évalue à 70 ans la cristallisation complète du carbure en excès, correspondant donc au passage de l'acier dur à l'état d'acier doux, et par conséquent à la désaimantation presque totale.

Au cours de la fabrication des aciers au tungstène ou au cobalt pour aimants, la plus grande attention doit être apportée au traitement thermique. Les expériences montrent avec évidence que si l'acier au tungstène est chauffé à une température comprise entre 750° C et 1.214° C, et maintenu un temps appréciable à cette température avant d'être soumis à la trempe, ses propriétés magnétiques se trouvent affaiblies, et d'autant plus que la chauffe a été prolongée davantage. La vitesse de cette *détérioration* est maxima vers 950° C. A 1.200° C, elle devient très lente au contraire, la perte de force coercitive n'étant plus que de 0,4 unité par heure. A 1.240°, température qui n'est qu'à 26° au-dessus de la zone dangereuse, il se produit au contraire une restauration de la force coercitive, à la vitesse de 15 unités par minute. Nous voyons donc avec quel soin le traitement thermique doit être surveillé et exécuté.

Enfin, il convient de signaler la création d'un nouveau procédé pour la fabrication des aimants à forme plus ou moins compliquée : Il consiste en l'emploi de métal fondu, que l'on coule dans des moules de forme appropriée. Moyennement un traitement thermique ultérieur convenable des pièces après solidification, on obtient d'excellents aimants permanents, dont un certain nombre se rencontrent déjà sur le marché. L. Brüninghaus.

Géographie

La science géographique et son domaine. — Parmi les sciences modernes, la Géographie est l'une des plus jeunes. Longtemps, elle est restée un ensemble de connaissances exclusivement pratiques, une énumération plus ou moins ordonnée de noms de montagnes, de rivières et de localités, un commentaire de la carte, le tracé de cette dernière étant d'ailleurs laissé par les géographes aux géodésiens. Elle faisait alors assez piètre figure à côté de ses sœurs aînées, les mathématiques, les sciences physiques et naturelles, en possession de méthodes sûres et incontestées. On sait qu'elle a pris sa revanche depuis. Vivifiée par le contact avec les sciences naturelles, surtout depuis les travaux de Humboldt, stimulée par les progrès de la géologie, elle s'est emparée dans la seconde moitié du XIXe siècle d'un domaine immense; elle ne s'est plus contentée de décrire, elle a essayé d'expliquer. D'humble servante de l'histoire, elle s'est élevée au rang de science autonome et, visant plus haut encore, elle prétend devenir « une philosophie du monde de l'homme ». Mais, naturellement, de telles prétentions n'ont pas rencontré une approbation unanime. Dans les disciplines voisines, plus d'un savant a protesté contre les empiètements de cette parvenue, contre sa richesse de mauvais aloi; on est allé jusqu'à insinuer qu'elle ne vivait que d'emprunts et de rapines, et qu'elle jouait parmi les sciences le rôle de parasite.

Il n'était donc pas inutile de se demander, comme vient de le faire M. Vallaux (1), quel est exactement l'ob-

(1) Camille Vallaux, *Les Sciences géographiques*. In-8°, VIII-413 pages. Alcan, Paris, 1925.

Digitized by Google

jet des études géographiques, quelles sont les méthodes propres à la géographie, quelles sont les frontières qui la séparent des sciences connexes et quelle est la nature des rapports qu'elle doit avoir avec ces sciences.

Le problème est loin d'être facile à résoudre. Prenons, par exemple, l'explication des formes du relief. Voilà semble-t-il, une question qui relève essentiellement de la géographie et que nulle autre science ne saurait lui disputer. Mais il n'en est rien. La géologie, en effet, ne se contente pas d'être une histoire des transformations successives du globe ; elle étudie également les phénomènes actuels. Elle débute même par cette étude. Depuis que les théories de Lyell sur les transformations lentes ont pris la place des anciennes théories catastrophiques, les géologues ont annexé à leur domaine à peu près tout ce qui concerne les modifications actuelles du sol. On trouve dans leurs traités des chapitres sur l'érosion glaciaire ou fluviale qui ne diffèrent pas sensiblement de ceux que l'on rencontre dans les traités de géographie physique. Et l'on est bien obligé d'avouer que la priorité leur appartient : la géologie étudiait ces phénomènes à une époque où la géographie n'était encore qu'un catalogue de noms propres. Bien plus : les géologues ne sont-ils pas fondés à prétendre que l'aspect présent du sol ne peut s'expliquer que par son passé et qu'il est par conséquent, non seulement en fait, mais en droit, du ressort de la géologie ?

Tandis que la géologie s'attaque à la structure et à la composition minéralogique du sol, et qu'elle essaie de reconstituer par de patientes analyses les aspects successifs du globe, il s'est fondé, beaucoup plus récemment, une autre science dont l'objet est l'étude de la mer. Comme la géologie, et plus encore peut-être, l'océanographie est, pour employer les termes dont se sert M. Vallaux, une science « moléculaire », une science de thermomètres, d'aréomètres, de microscopes et de cornues. Il n'est pas douteux que ses procédés d'investigation et la nature des conclusions auxquelles elle parvient ne lui donnent une autonomie croissante et ne l'éloignent de jour en jour de la géographie avec laquelle elle avait tout d'abord semblé devoir se confondre.

Ceci est encore plus vrai de la météorologie, plus anciennement constituée et mieux en possession de ses méthodes. La science de l'air, elle aussi, est avant tout une science « moléculaire », qui, par bien des côtés, est plus rapprochée de la physique et de la chimie que de la géographie. Elle a donné naissance, il est vrai, à une science secondaire, la climatologie, dont le caractère géographique n'est pas niable, mais dans la solidité de laquelle M. Vallaux ne paraît pas avoir une confiance illimitée.

On pourrait ajouter aux sciences du sol, de l'air et des eaux, la physique du globe que, sauf erreur, M. Vallaux ne nomme point, mais dans laquelle on pourrait aisément faire rentrer ce qu'il appelle les « connexions cosmiques », c'est-à-dire l'ensemble des relations intersidérales que les géographes ont quelque peu négligées jusqu'ici, et dont il signale avec raison l'extrême importance.

Ce n'est pas tout : les sciences de la nature elles-mêmes ont constitué des géographies qu'elles revendiquent comme leur bien propre. La géographie botanique étudie les associations des plantes et divise le tapis végétal qui couvre le sol des continents en régions, sur les limites et l'étendue desquelles les botanistes s'entendent d'ailleurs assez mal. Les zoologistes opèrent de la même manière, quoique le caractère migrateur d'un très grand nombre d'animaux rende leur tâche plus difficile encore.

Reste l'homme. Ici les géographes rencontrent la concurrence des sociologues qui prétendent fonder, de leur côté, une science nouvelle, la « morphologie sociale », qu'ils opposent à la géographie humaine. M. Vallaux ne s'est pas longuement étendu sur cette question, d'abord parce que la morphologie sociale est encore, en grande partie, à l'état de projet, et aussi parce que le sujet a été traité récemment par M. Lucien Febvre. Mais, malgré tout, les géographes auraient tort d'oublier que, pour toute une catégorie de savants, les explications de la géographie humaine ne sont pas des explications véritables et que M. Febvre lui-même, tout en combattant la morphologie sociale, a cédé bien du terrain à l'ennemi.

De tout ceci, que résulte-t-il ? La géographie va-t-elle se fractionner en disciplines distinctes et, en tant que science spéciale, s'évaporer ? En d'autres termes, après que l'on a fait la part de la physique du globe, de la géologie, de la météorologie, de l'océanographie, de la géographie botanique et zoologique, et même de la sociologie, reste-t-il quelque chose qui puisse être considéré comme le domaine propre des géographes ?

M. Vallaux trouve ce domaine dans la *connexion* des trois états de la matière, solide, liquide et gazeux. La géographie, suivant lui, n'est pas une science d'analyses « moléculaires », comme la géologie ou l'océanographie, mais une science d'ensemble, de masse, « molaire ». Abandonnant à la géologie l'étude du sol fondamental et de son passé, à la météorologie celle des phénomènes de l'air, à l'océanographie celle des eaux, elle étudie les rapports de ces trois états, et toutes les fois que, pour l'explication d'un groupe de phénomènes, la localisation de ces phénomènes intervient comme élément nécessaire, la géographie est chez elle. Science de synthèse avant tout, elle procède plutôt par larges « tours d'horizon », sur le terrain, que par l'examen de la carte, où la multiplicité des accidents et la rigidité des lignes masquent trop souvent la réalité. Mais les tours d'horizon ne suffisent pas à expliquer tous les aspects du paysage géographique, car la vision humaine est imparfaite et imprécise ; il faut donc les compléter par les « faits de masse » que la géographie emprunte aux sciences moléculaires avec lesquelles elle est en relation.

Il y a une difficulté, qui n'a pas échappé à M. Vallaux. Que devient l'homme dans cette affaire ? N'a-t-il pas aussi sa place dans la géographie ? M. Vallaux l'y ramène en le considérant comme modificateur de la surface terrestre, car pour lui, comme pour Vidal de la Blache, la géographie est une science des choses et non des hommes. Cette conception lui permet d'éliminer de la géographie humaine beaucoup de faits et de statistiques inutiles. Mais n'arrive-t-il pas à faire un peu trop petite la place de l'homme dans l'économie terrestre ? On serait porté à le croire en lisant son chapitre sur l'économie destructive, où il s'élève avec raison contre certaines exagérations, mais où il semble être allé bien loin dans la voie de la réaction. En définitive, il ne paraît pas douteux que l'homme ait considérablement modifié l'aspect du globe.

Autre problème : quels sont les rapports de la géographie physique et de la géographie humaine ? Constituent-elles deux parties d'une même science ou deux sciences distinctes ? Sur ce point, la doctrine de M. Vallaux n'est ni aussi nette ni aussi développée qu'on pourrait le désirer. Il est certainement peu disposé cependant à admettre qu'une synthèse de ce genre soit réalisée, et peut-être même qu'elle soit réalisable. Il faudrait pour cela, dit-il, qu'il fût « possible de lier l'homme d'une façon logique à son cadre spatial, et de considérer que ce cadre, au moment de l'histoire du monde que nous

Digitized by Google

vivons, ne peut être pensé que si l'espèce humaine s'y trouve incluse; mais c'est là sans doute une chimère, inspirée par le vieil esprit finaliste ». Finalisme ou non, beaucoup de géographes ne seront pas de cet avis, et ne manqueront pas de lui répondre qu'il leur est tout à fait impossible de se représenter le globe, dans son état actuel, en faisant abstraction de l'espèce humaine et de la « déformation des paysages naturels » par l'activité des hommes.

Quoi qu'il en soit, ce que nous venons de dire du livre de M. Vallaux montre assez avec quelle attention il doit être lu par les géographes, et aussi, par ceux qui ne croient pas à la géographie. Il fait penser, car il renferme beaucoup d'idées; on serait tenté de dire, presque trop. On le ferme, il est vrai, avec un certain sentiment de pessimisme, parce qu'on s'aperçoit que le bon géographe devrait être à peu près omniscient; mais on se console en pensant que, si la vie est courte, les générations futures pourront continuer l'œuvre commencée. Ne nous promet-on pas que le soleil, malgré son âge avancé déjà, versera encore la lumière et la chaleur sur la terre pendant quelques millions d'années?

D. Pasquet,
Docteur ès-lettres,
Professeur à l'École des Hautes Études.

Médecine

Nouvelles expériences de vaccination des singes contre la tuberculose. — M. J. Wilbert, Directeur de l'Institut Pasteur de Kindia (Guinée Française), vient de publier les importants résultats des expériences qu'il poursuivait, depuis les derniers mois de 1923, dans le but de vérifier à nouveau, mais cette fois sur de très nombreux singes d'espèces diverses, les précieuses propriétés vaccinantes du bacille tuberculeux bilié, non tuberculigène, de MM. A. Calmette et Guérin. Les animaux sur lesquels ont porté ses essais étaient des Chimpanzés (*Troglodytes niger et tsego*) ou des Pithéciens (*Cercopithecus patas*, Callitriches, Babouins, *Cercocebus fuliginosus* et *collaris*).

Tous ont supporté facilement jusqu'à 100 milligrammes de bacilles biliés vivants, en injections sous-cutanées; les doses de 50 milligrammes et au-dessous ne donnaient même lieu à aucune réaction locale. Pas un seul des animaux ainsi injectés et qui ont dans la suite succombé à des affections banales (dysenterie bacillaire, paludisme, maladies vermineuses) n'ont présenté la moindre lésion tuberculeuse, ganglionnaire, pulmonaire ou viscérale. M. Wilbert a constaté de plus que, par ingestion, des doses de 250 milligrammes de bacilles biliés vivants administrés en cinq fractions, de deux jours en deux jours, étaient parfaitement supportées et ne déterminaient aucun trouble intestinal ou autre (*Annales de l'Institut Pasteur*. Avril 1925).

Grâce à l'excellente organisation du centre d'élevage qu'il dirige M. Wilbert a pu disposer, pour les expériences dont le programme lui avait été tracé par M. Calmette, de quinze Chimpanzés et de cinquante-neuf Pithéciens. Cela lui a permis d'observer de nombreux témoins et de faire varier les conditions de ses essais de telle sorte que c'est en toute certitude qu'il peut conclure à la possibilité de préserver les Chimpanzés et les Pithéciens, de tous âges, contre l'infection tuberculeuse à laquelle on les expose en les soumettant à une cohabitation continue et étroite avec des animaux de mêmes espèces artificiellement infectés ou contagieux.

Malgré la sensibilité particulière de ces Singes à la tuberculose il suffit pour les vacciner soit de leur injecter sous la peau 50 milligrammes de bacilles tuberculeux biliés vivants (BCG), soit de leur faire ingérer, en huit ou dix jours, cinq fois cette même dose de 50 milligrammes. M. Wilbert a établi, en outre, que la prémunition ainsi conférée a une durée qui s'étend au delà d'une année. Cette revaccination ne présente aucun inconvénient quel que soit le mode d'administration du vaccin.

Il n'est pas besoin de souligner davantage le grand intérêt de ces constatations qui viennent encore à l'appui des faits sur lesquels M. Calmette a fondé sa vaccination antituberculeuse des nouveau-nés. Elles constituent un encouragement de plus à utiliser sans crainte cette méthode qui s'est montrée complètement inoffensive pour tous les enfants vaccinés depuis plus de trois ans et dont l'efficacité paraît nettement établie cliniquement et expérimentalement, au moins en ce qui concerne la préservation des nourrissons. A. B.

Biologie

Chromosomes et espèces. — Dans un récent fascicule de l'*American Naturalist* (mai-juin 1925), on trouvera une série d'articles en réponse à une enquête faite auprès des savants généticistes au sujet des relations présumées entre le nombre de chromosomes et la phylogénie de l'espèce. La question, de toute évidence, n'est pas mûre; les réponses sont flottantes, on sent l'embarras du savant devant un problème très complexe, et la difficulté de tirer des conclusions de résultats expérimentaux souvent contradictoires, et d'observations prêtant à des méprises. Voici, par exemple, ce que dit le professeur Otto Rosenberg, de l'Institut Botanique de Stockholm, dont les travaux sur l'hybridation chez les plantes sont très appréciés parmi les généticistes.

Au point de vue cytologique, les espèces pures sont caractérisées par un nombre diploïde « balancé », fixe de chromosomes. Comme, dans beaucoup de cas, des espèces nouvelles naissent d'une nouvelle combinaison de gènes, on est autorisé à supposer que quelquefois, d'une addition de chromosomes nouveaux à un nombre balancé de chromosomes, voire d'une recombinaison de ceux-ci, peut naître un type nouveau et constant.

De telles combinaisons ont lieu lors de l'hybridation. Les recherches de Mlle Ljungdahl, sur *Papaver*, sont intéressantes à cet égard. Elle croise deux espèces, dont l'une présente 7 et l'autre 35 chromosomes dans ses gamètes. Chez l'hybride, le nombre diploïde de chromosomes est 42, et après division hétérotypique 21. En croisant cet hybride avec l'espèce à 7 chromosomes, on compte, chez les descendants, 28 chromosomes. Voici donc une plante avec un nombre balancé de chromosomes nouveaux; du point de vue cytologique, ce serait une espèce nouvelle. Il arrive cependant plus d'une fois que le nombre de chromosomes n'est pas celui qu'on escompterait. Ainsi, chez une espèce de *Hieracium*, à 36 chromosomes dans les cellules somatiques, Rosenberg a compté, dans les cellules polliniques, après réduction, 15 à 25 chromosomes, alors qu'il devrait y en avoir 18. Ces irrégularités seraient attribuables à la non disjonction des chromosomes; on en a souvent tiré parti pour attaquer la théorie de la constance du nombre. Dans des expériences d'hybridation chez *Hieracium*, l'auteur a obtenu des types nouveaux à nombre de chromosomes « équilibré », soit inférieur, soit supérieur à celui des plantes-parents.

On a prétendu que, dans des groupes où le nombre d'espèces est restreint, les espèces qui présentent un grand nombre de chromosomes sont phylogénétiquement les plus jeunes. Suivant Rosenberg, il est difficile de se

Digitized by Google

prononcer. Il est enclin à penser que des chiffres élevés dérivent des chiffres bas. Mais, ajoute-t-il, cela ne signifie pas nécessairement qu'une espèce à petit nombre de chromosomes est plus primitive qu'une autre du même groupe à nombre plus élevé. On ne sait pas encore au juste si, dans certains cas, le chiffre élevé ne provient pas d'une division transverse de chromosomes, et le chiffre bas d'une fusion bout à bout de couples de chromosomes. En somme, le problème est encore plein d'obscurité, et il paraît présomptueux d'en tirer des conclusions sur l'origine des espèces nouvelles.

A. Dal.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

Un moteur à quatre temps et à quatre points morts : Le moteur Andreau (1). — Le cycle Beau de Rochas, cycle de travail de presque tous les moteurs à explosion actuels, qu'ils soient employés sur automobiles ou sur avions ou qu'ils restent à poste fixe, cycle par conséquent sanctionné par des expériences innombrables, vient de recevoir une modification profonde dans la constitution du moteur Andreau.

Dans tous les moteurs construits jusqu'à ce jour, la course du piston dans le cylindre était un parcours immuable, fixé une fois pour toutes; quand on voulait prolonger la détente des gaz, on choisissait une longue course : les trois autres temps du moteur se trouvaient ainsi allongés, tout au plus pouvait-on, en retardant l'introduction du mélange tonnant, maintenir sa compression préalable à une valeur acceptable.

Or, le souci de tirer le plus grand travail utile de l'énergie potentielle de la masse gazeuse introduite exige :

La vidange complète des gaz brûlés dans le cycle précédent;

L'introduction d'une masse de gaz frais aussi réduite que possible pour le travail que l'on désire;

La compression optimum de ces gaz, c'est-à-dire aussi forte qu'on le peut sans s'exposer à une détonation spontanée, ce qui limite la course de compression;

Au contraire, une détente aussi grande que possible, ne pouvant être obtenue que par l'allongement de la course suivante.

Il fallait donc donner au piston quatre courses inégales, limitées par conséquent par quatre points morts différents.

Ce mouvement compliqué a été obtenu d'une manière assez simple par M. Andreau en utilisant le second arbre des moteurs à explosion, celui qui, tournant à la demi-vitesse de l'arbre-vilebrequin principal, est désigné sous le nom d'arbre à cames et ne sert, en effet, dans les moteurs normaux, qu'à la commande des soupapes.

La bielle du moteur Andreau, au lieu d'être directement attachée sur le maneton du vilebrequin, attaque un axe relié par une bielle secondaire à chacun des vilebrequins. Dans ce système cinématique, il est facile de tracer la courbe décrite par la tête de la bielle principale, courbe qui variera beaucoup suivant les longueurs et les calages adoptés pour les biellettes, ce qui permet de les réaliser de la manière la plus favorable pour le fonctionnement du moteur.

La figure 1 donne la comparaison d'un moteur ordinaire et d'un moteur Andreau, les deux engins étant représentés au début de l'échappement. On voit tout de suite sur le moteur Andreau (à droite) que les gaz brûlés sortent, non seulement par les soupapes, mais encore par des orifices qui se trouvent immédiatement au-dessous du piston, situé à ce moment à son point mort le plus bas. Les diagrammes représentés au-dessous des moteurs montrent la répartition des temps dans les deux tours du cycle de chacun de ces moteurs. On voit que le temps moteur, c'est-à-dire le seul temps de travail utile, est beaucoup plus long dans le moteur Andreau.

La figure 2 indique d'ailleurs la position des organes du nouveau moteur aux différents temps du cycle.

A gauche (I), le cycle débute, le piston touche le fond du cylindre, les gaz brûlés sont complètement chassés.

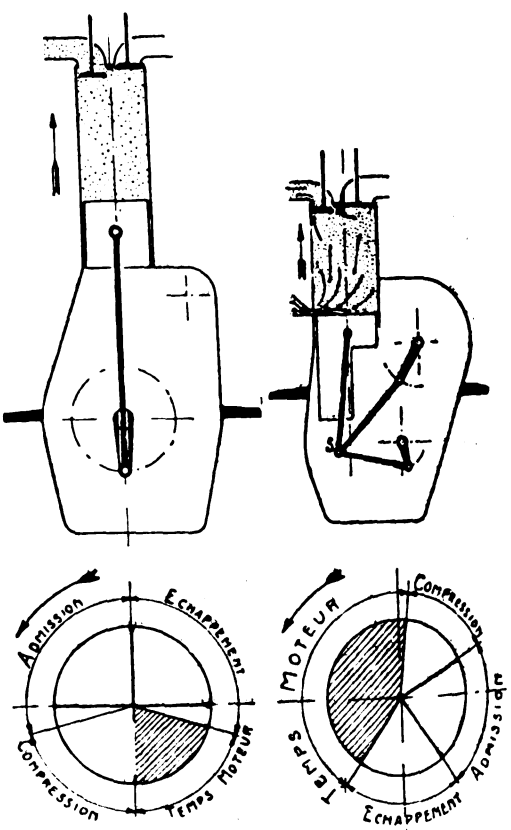


Fig. 384. — Comparaison d'un moteur ordinaire (à gauche) et d'un moteur Andreau (à droite).

Le moteur va donc s'emplir d'un mélange très pur, cela très franchement parce que la dépression provoquée par la descente du cylindre est tout de suite d'une valeur notable.

La vignette voisine (II) représente la fin de l'aspiration, premier point mort bas du moteur.

Le piston remonte ensuite, comprimant le mélange, mais s'arrête à une distance du fond de cylindre telle que les gaz soient comprimés au taux normal. C'est le second point mort haut représenté sur la vignette (III).

L'explosion ayant lieu à ce moment, le piston est chassé vers le bas et descend (IV) à fond de course jusqu'au second point mort bas, assez éloigné pour offrir au gaz

(1) Note extraite, avec les figures qui l'accompagnent, d'un très intéressant article de M. Pepinster dans la Revue *Automobilia*.

Digitized by Google

une détente pendant laquelle la plus grande quantité de travail se trouve développée.

On peut voir sur les schémas que les dimensions des soupapes d'admission et d'échappement sont fort différentes. En effet, l'échappement à fond de course, soulage la soupape d'échappement de la plus grande partie de sa fonction, ce qui procure le double avantage :

De ne pas abréger la détente par la nécessité d'ouvrir prématurément la soupape, comme on le fait dans les moteurs ordinaires, afin d'obtenir une évacuation suffisante des gaz;

Vitesse au ralenti pouvant descendre jusqu'à 60 tours par minute avec reprises vigoureuses;

Aptitude à employer des mélanges pauvres sans crainte de retour au carburateur;

Absence d'encrassement.

Ces qualités résultent des causes envisagées plus haut : la bonne alimentation, la longueur du temps moteur, la séparation absolue des gaz brûlés, le refroidissement et le balayage provenant de l'échappement à fin de course.

La puissance est de 15 chevaux au litre de cylindrée à

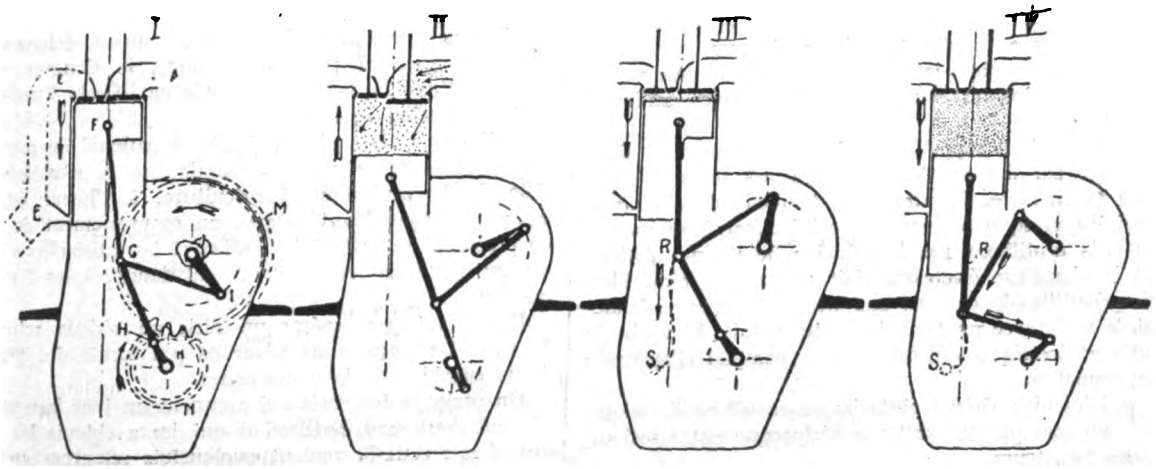


Fig. 385. — Position du moteur aux différents temps.

De permettre la diminution des dimensions de cette soupape et de gagner par conséquent de la place qui devient disponible pour la soupape d'admission : le moteur est ainsi beaucoup mieux alimenté.

La course de la tête de bielle principale pendant le temps moteur est R S; on voit que cette course est assez voisine de la verticale.

Cela est extrêmement important.

D'une part, la réaction latérale du piston sur le cylindre est à peu près supprimée, ce qui diminue de beaucoup l'usure des pièces frottantes et augmente le travail recueilli. On pourrait donc très facilement adapter à ce moteur les fourreaux-distributeurs des moteurs sans soupapes.

D'autre part, l'effort exercé sur la bielle pour un même effort transmis est légèrement diminué.

Enfin, la plus longue des biellettes, celle qui relie la tête de bielle à l'arbre à cames, travaille pendant le temps moteur, uniquement à la traction : elle peut donc être assez légère.

Remarquons, en outre, que le moteur Andreau présente deux véritables vilebrequins tournant à des vitesses variant du simple au double, circonstance heureuse pour des utilisations différentes, suivant que la prise de mouvement s'opère sur l'un ou l'autre de ces arbres.

⁂

Nous sommes donc en présence d'un engin qui semble appelé à un grand succès.

L'office des Inventions a dirigé des essais qui ont fait ressortir les qualités suivantes :

Départ facile (cette aptitude résulte du mode d'alimentation);

Meilleur rendement qu'un moteur ordinaire;

Échauffement modéré;

1.000 tours avec une consommation pouvant descendre à 135 grammes.

Ce moteur peut donc rendre de bons services à poste fixe. On pourra le mettre sur les voitures automobiles dès que le problème de l'équilibrage sera résolu.

Edmond MARCOTTE.

Pyrométrie

La température dans les fours rotatifs. — Les mesures de température ont été effectuées dans un four rotatif, de 60 mètres de longueur et de 3 mètres de diamètre, au moyen de couples thermiques en platine= platine-rodium, placés de 6 en 6 mètres. Les résultats ont été enregistrés sur des graphiques dont les tours du four étaient les abscisses et les températures observées (à 60° d'intervalles) les ordonnées. (*Revue des Mat. de Constr. et de Trav. publ.*)

A 10 mètres de l'extrémité de chargement du four, la température de la matière était de 50°.

A 24 mètres, on constate déjà une différence entre la température K du clinker et la température G des gaz; on a pour K 350° et pour G 450°.

A 37 mètres de cette extrémité, K = 930° et G = 1060°; la décomposition du carbonate de chaux est à peine commencée, car elle se produit à une plus haute température, dans une atmosphère riche en acide carbonique.

A une distance de 45 mètres, K = 969° et G = 1290°. Le fait que K est ici inférieur à G tient à ce que la décomposition du carbonate de chaux exige 42,5 calories par kgr.-molée. de CO^3Ca.

A 48 mètres, c'est-à-dire à 3 mètres au delà de la zone où la chaux est cuite, K = 1255° et G = 1295°.

A 50 mètres, K = 1310° et G = 1345°. G atteint son maximum de 1430° à une distance de 52 mètres, mais K ne dépasse pas 1360°, par suite de l'absorption de chaleur par le clinker qui fond partiellement.

Digitized by Google

A 54 mètres, G tombe à 1410° tandis que K reste pratiquement au même point. La cuisson est presque complète à une distance de 56 mètres.

Ces résultats ont été obtenus par Nacken et Schoppe.

L. Fr.

Électricité

Le chauffage électrique par accumulation. — Une étude très perspicace en même temps que spirituelle et presque humoristique, parfois, a été publiée par M. Charles Boileau dans la *Houille Blanche* (mars-avril 1925).

M. Boileau qui a déjà à son actif maintes publications où des idées lumineuses, et souvent très judicieuses, abondent, nous a montré tous les problèmes qu'il faut résoudre pour favoriser le chauffage électrique. Au reste, suivons-le un instant dans quelques passages saillants de son travail :

Tout d'abord, il rappelle que la réclame un peu simpliste faite par des constructeurs n'a pas réussi à convaincre la clientèle. D'autre part, le mode de chauffage préconisé a presque toujours été celui effectué au moyen d'appareils n'utilisant pas le principe de l'accumulation. Or si le chauffage électrique doit progresser, c'est bien **celui qui utilise le courant aux** heures creuses, spécialement la nuit, avec un tarif de vente, réduit. L'avenir du chauffage électrique est donc lié à l'emploi d'appareils à accumulation.

Parmi les plus sérieux obstacles au chauffage électrique, il y a un manque de confiance réciproque entre secteurs et consommateurs.

Les secteurs ont décidé de consentir des prix très bas pour l'énergie de chauffage à certaines heures. Ainsi la C. P. D. E. descend à 0 fr. 28 le kilowatt-heure. Le secteur Loire et Centre à 18 centimes. Malgré ces tarifs le consommateur s'abstient car il est à son tour devenu méfiant : il croit à une nouvelle manœuvre des Secteurs. Et plus ceux-ci font de la propagande pour le chauffage électrique plus la clientèle devient méfiante. Le consommateur voit dans l'abaissement des tarifs une amorce, puis, c'est le Secteur qui offre de vendre des appareils sur lesquels « il se rattrapera ». Cela est d'autant plus à craindre aux yeux du client que chaque secteur exige des appareils d'une certaine marque, etc.

Pour l'avenir M. Boileau préconise la création d'un organe intermédiaire entre le secteur et le client, une Société pour la vente au détail du courant de chauffage. Et il recommande d'éviter tout ce qui peut donner à penser à une « combine » (*sic*) entre Secteur et constructeur, installateur et fournisseur. Il donne même, avec quelques détails, tout un programme qui paraît parfaitement réalisable.

Si M. Boileau, par sa propagande, arrive à faire répandre le chauffage électrique, on pourra dire qu'il a droit à la reconnaissance de tout le monde, car actuellement on rencontre dans le public une telle prévention contre le chauffage électrique, que l'on ne se donne même pas la peine de calculer ce qu'il pourrait coûter : on se borne à le rejeter sans examen. C'est ainsi que bien des commodités et même des économies, — dans bien des cas le chauffage électrique est le plus économique — sont inconnues de ceux qui auraient le plus intérêt à en bénéficier.

Quoique paradoxal que cela puisse paraître, le chauffage électrique est le plus avantageux dans certains cas, même à la campagne où le bois de chauffage abonde, et ceci ne doit pas surprendre ceux qui pensent aux difficultés actuelles provenant de la rareté de la main-d'œuvre aussi bien qu'à ce fait, inhérent au chauffage électrique, qu'il ne produit que la quantité de chaleur nécessaire au but proposé, étant mis en marche et arrêté instantanément, souvent produit au sein même des liquides ou des volumes d'air à chauffer sans ces pertes considérables par les cheminées et les masses des appareils de chauffage par combustion.

L. R.

Agronomie

L'École Rurale et la Profession agricole. — La Confédération Nationale des Associations agricoles avait décidé de tenir son Congrès de l'Agriculture française en 1925 à Rouen, du 13 au 16 mai.

Dans le programme adressé aux présidents de diverses associations agricoles, elle stipulait, qu'en dehors des questions agricoles proprement dites, le Congrès s'occuperait d'une façon toute spéciale de l'École Rurale et de la Profession agricole.

Est-il besoin de souligner l'intérêt national de premier ordre des études sur l'école rurale, sur la situation sociale de la profession d'agriculture, à l'heure où les campagnes sont désertées avec un empressement de plus en plus intense malgré les profits et les satisfactions que, somme toute, la terre sait et veut donner à ses fervents adeptes.

Il ne faut pas espérer un réel, un sérieux retour à la terre tant que nous n'aurons pas formé des générations capables de la comprendre.

On parle de déracinés qui prennent **un** jour la nostalgie **du sol dont une civilisation** qui les a éblouis les avait arrachés : ceux-là **veulent quelquefois** retourner au pays natal, mais il leur manque **tant de** connaissances pour adapter leur conception moderne **de toutes** choses à cette culture surannée qu'ils retrouvent après **dix** vingt années d'absence, quelquefois plus, qu'ils éprouvent trop de difficultés pour se remettre à la tâche. Ceux-là ne peuvent former des prosélytes, n'y comptons pas. Il faut donc s'occuper de l'École, seule capable de former de jeunes cerveaux à la vie rurale, en les instruisant assez pour qu'ils s'intéressent à tout ce qui les entoure et qui se développe, vit et meurt attaché au sol.

A l'heure actuelle que voyons-nous au contraire ? Des enfants qui n'apprennent pas dans nos écoles à nommer les pierres, les arbres et les fleurs, les insectes, ni tous ces petits animaux dont l'observation peut captiver des esprits intelligemment éveillés.

Il est très important certes, que des enfants, destinés à être unis dans un même sentiment national, apprennent des notions d'histoire, mais il ne faut pas pour cela que des programmes trop spéculatifs persistent dans nos écoles rurales. Pour ceux qui vivent au milieu des ruraux, il est absolument navrant de constater l'ignorance des enfants et des jeunes gens sur tous les sujets qui importent au premier chef pour comprendre et aimer la terre : cette ignorance entraîne d'une façon visible l'indifférence, et dès lors quoi d'étonnant que ces jeunes qui ne tiennent plus à la terre soient tentés par les appâts des villes ?

La Confédération nationale des associations agricoles a vu juste en mettant l'École rurale au premier rang de ses préoccupations.

Voici d'ailleurs un extrait du programme qui avait été distribué :

1° *Ce que les agriculteurs demandent à l'École rurale.* Examen des critiques faites aux méthodes actuelles. Est-il exact que la poursuite du brevet de capacité entraîne les enfants à préférer des professions urbaines à la profession agricole ?

2° *L'obligation scolaire.* Comment pourrait-elle être

Digitized by Google

réglementée pour répondre aux habitudes de la vie paysanne ?

3° *En quoi l'enseignement à l'École rurale doit-il différer de l'enseignement à l'école urbaine?* Programme-type d'enseignement pour les écoles rurales ;

4° *Comment organiser la collaboration des associations agricoles et des institutions?* Champs d'expérience ;

5° *La formation de l'instituteur rural à l'école normale ;*

6° *La situation des instituteurs ruraux.* Traitement, avancement sur place ;

7° *L'enseignement post scolaire.* Causes de succès et d'échecs. Prêt de matériel, cartes, diagrammes, clichés photographiques, films.

On voit par ce programme combien la Confédération nationale des associations agricoles s'intéresse à la grave question de l'École rurale.

L. RIGOTARD,
Ingénieur-agronome

NOUVELLES

Institut international de coopération intellectuelle. — Le *Journal officiel* (9 août) publie le décret portant création de l'Institut, ayant « pour objet de travailler, sous la direction de la commission de coopération intellectuelle de la Société des Nations et, par tous les moyens en son pouvoir, aux progrès de l'organisation du travail intellectuel dans le monde par la collaboration internationale ». Chaque année, un Rapport sera rédigé et communiqué à tous les membres de la Société des Nations. Le comité de direction se réunira au moins tous les deux mois.

Académie de médecine. — L'Académie est autorisée à accepter le legs consenti par Mme Maire, née Denouel, d'une somme de 50.000 francs pour la fondation d'un prix biennal de pathologie exotique ou de dermatologie, qui portera le nom de prix du Dr Jules Brault.

Fondation Rosenthal. — M. Léonard Rosenthal vient d'aliéner un capital d'un million de francs dont les revenus à 6 % seront, chaque année, divisés en deux ou trois parts qui seront affectées à des recherches entreprises en vue d'applications pratiques. Les candidats devront être présentés par un des membres du comité suivant qui, présidé par M. le professeur Sylvain Lévy, du collège de France, est composé de MM. Agafonof, Daniel Berthelot, Emile Borel, J.-L. Breton, Albert Calmette, Duquesne, Léon Guignard, Lacroix, Langevin, Mangin, L. Martin, Ch. Moureu, Jean Perrin, Gabriel Petit, Ch. Richet, docteur G. Rosenthal, G. Urbain et Valée. Ce comité a pour mission d'examiner les titres des candidats et de procéder à l'attribution des parts de la fondation.

Les maîtres des diverses facultés scientifiques françaises qui croiraient avoir des candidats à présenter sont priés de s'adresser au président, rue Guy-de-la-Brosse, 9, à Paris.

Le centenaire de Chevreul. — L'Académie des Sciences sera représentée par MM. A. Lacroix et Bouvier, à la commémoration du centenaire de Chevreul que nous avons annoncée dans notre dernier numéro. R. L.

Vie scientifique universitaire

Facultés des sciences. — L'article 2 du décret relatif aux dispenses du baccalauréat, en vue de la licence (7 février 1925), est ainsi modifié :

Titre d'ancien élève de l'Ecole Polytechnique, de l'Institut agricole de l'Université de Toulouse, de l'Ecole de physique et chimie de Paris, de l'Ecole supérieure d'électricité (le reste sans changement). *J. off.*, 31 juillet.

Université de Paris. — La délibération du Conseil portant création d'un Institut d'ethnologie est approuvée (6 août).

Faculté des Sciences. — M. Casimir Cépède, préparateur, directeur de l'Institut de biologie appliquée, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

Faculté de médecine. — M. le professeur Sébileau, de l'Académie de médecine, directeur de l'Ecole d'anatomie des Hôpitaux, est promu commandeur de la Légion d'honneur.

École Polytechnique. — Les Conseils ont proposé la suppression des deux emplois de conservateurs des collections de mécanique et de physique ; celui de conservateur des collections de chimie serait conservé. Le service des collections de mécanique et de physique sera fait par les chefs des travaux. (*J. off.*, 31 juillet).

École centrale des Arts et Manufactures. — M. Lanquine, Chef des travaux à la Faculté des Sciences, est nommé Maître de conférences de géologie et de minéralogie.

Institut agronomique. — M. le professeur de chimie Jean André, de l'Académie des Sciences, est promu officier de la Légion d'honneur.

Université de Besançon. — M. Yves Delbos, sous-secrétaire d'Etat de l'enseignement technique, en accord avec le Ministre, se propose de créer à Besançon un centre scientifique et technique de l'Industrie horlogère, avec le concours de l'Université de l'Ecole nationale d'horlogerie et de l'Ecole des arts décoratifs. On commencerait ainsi à réaliser le programme d'organisation des Ecoles nationales professionnelles envisagé par le Parlement.

Université de Clermont. — M. Philippe Glangeaud, professeur de géologie. est promu officier de la Légion d'honneur.

Université d'Alger. — L'Association générale des étudiants d'Alger est reconnue d'utilité publique (26 juillet).

Université de Bordeaux. — M. Rechou, agrégé, est nommé professeur d'électro-radiologie et de clinique d'électricité médicale en remplacement du professeur Bergonié.

Université de Strasbourg. — M. le professeur Sartory, de la Faculté de Pharmacie, président de l'Exposition de Strasbourg, est, à ce titre, promu commandeur de la Légion d'honneur.

Université de Nancy. — Le diplôme d'ingénieur de l'Institut électrotechnique et de mécanique a été accordé à 39 électriciens et à 24 mécaniciens.

Ecoles de médecine et de pharmacie. — Les Ecoles de plein exercice pourront sanctionner les examens des trois premières années d'études. Les Ecoles préparatoires sont autorisées à faire passer les examens des deux premières années.

Les examens de quatrième année pourront être subis dans les Ecoles de plein exercice autorisées par arrêté ministériel (*J. off.*, 31 juillet).

Écoles nationales vétérinaires. — Il est créé une agrégation des Ecoles vétérinaires correspondant à chacun des douze enseignements suivants :

Chimie et pharmacie ; anatomie, physiologie et thérapeutique ; agronomie, botanique et hygiène ; pathologie générale et anatomie pathologique ; parasitologie ; médecine ; chirurgie ; pathologie du bétail et obstétrique ; maladies microbiennes et police sanitaire ; zootechnie ; industrie et contrôle des produits d'origine animale.

Les concours sont annoncés au moins un an d'avance ; les candidats devront posséder le grade de docteur vétérinaire récemment créé. Les agrégés pourront être délégués

Digitized by Google

dans les emplois de Chefs des travaux (*J. off.*, 31 juillet). Un premier concours est annoncé.

École des Mines de Saint-Étienne. — 37 candidats français et 4 étrangers sont admis. Il y a deux majors : MM. Jolivet et Presle.

École supérieure de métallurgie de Nancy. — 32 candidats sont admis. Le major est M. André Seibel.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 juillet 1925 (Suite)

CHIMIE PHYSIQUE. — *M^lle G. Cauquil* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Étude sur la viscosité et la tension superficielle pendant l'éthérification.**

On peut suivre la marche de l'éthérification du cyclohexanol et de ses homologues par l'action de l'acide acétique en mesurant, à la température de 20°, la viscosité et la tension superficielle. On obtient deux équations linéaires, dont chacune comporte une constante caractéristique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Haller* et *Cornubert.* — **Constitution de la diméthylcyclopentanone et de la diméthylcyclohexanone d'alcoylation obtenues par la méthode à l'amidure de sodium.**

Ces nouvelles recherches sur la condensation de ces cétones avec l'aldéhyde benzoïque permettent de les caractériser; la cétone dissymétrique est benzylidénique; la cétone symétrique serait tétrahydropyronique. La diméthylcyclohexanone préparée avec l'amidure contient 80 % de cétone dissymétrique, un peu de cétone symétrique et de l'α-méthylcyclohexanone; toutes trois peuvent être nettement caractérisées.

— *P. Bedos* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur une nouvelle menthone racémique et sur les deux menthols stéréoisomères correspondants.**

On ne connaissait qu'une seule des deux menthones racémiques stéréoisomères prévues par la théorie. On arrive à les obtenir toutes les deux par l'oxydation chimique de deux nouveaux menthols stéréoisomères. L'existence des quatre menthols est ainsi démontrée.

— *R. Locquin* et *R. Heilmann* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur la décomposition des pyrazolines par oxydation spontanée.**

Avec la 3-5-5-triméthylpyrazoline dans laquelle barbote de l'oxygène, on obtient de l'oxyde de mésityle et de l'azote. Avec les pyrazolines à poids moléculaires plus élevé, on aura la cétone saturée. Il se forme, avec de l'azote, des composés basiques.

— *E.-E. Blaise* et *M^lle Montagne* (prés. par M. G. Urbain). — **Transformation des dialcoylcyclohexenones en dialcoylbenzènes.**

Ces cyclénones obtenues par deshydration des deltadicétones traitées par Br H se deshydratent pour donner un carbure benzénique. C'est ainsi que la méthyléthylcyclohexène fournit l'o-méthyléthylbenzène par un mécanisme encore obscur. On n'observe aucune addition de Br H sur la double liaison.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Pariselle* et *Laude* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'entraînement de la magnésie par l'alumine en milieu ammoniacal.**

Pour des additions croissantes de chlorure d'ammonium, cet entraînement de Mg diminue et cesse pratiquement quand il y a 100 molécules de Cl NH^4 pour 2 molécules du mélange équinuléculaire de Mg et Al. Faute d'un excès de Cl NH^4, il y a formation d'aluminate; l'entraînement est encore complet pour 8 molécules de Cl NH^4.

HYDROLOGIE. — *Pouget et Chouchak* (transm. par M. Moureu). — **Les eaux minérales du Guergour (Algérie).**

Ces eaux thermales (42°) sont toutes radioactives et se placent parmi les plus riches. La plus riche, avec 122 millicuries d'émanation; elles sont sulfato-calciques avec un résidu sec par litre de 3 gr. 5. Elles étaient connues des Romains.

A. Rigaut.

BOTANIQUE. — *M^lle H. Popovici* (prés. par M. Molliard). — **Sur la formation des essences.**

Les colorations, très nettes et différentes, des mitochondries et des gouttes d'essence établissent qu'il n'y a aucun rapport entre ces deux catégories de corps. Ces dernières apparaissent directement dans le protoplasme.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Raoul Combes* (prés. par M. Molliard). — **La lumière exerce-t-elle une action directe sur la décomposition de la chlorophylle des feuilles en automne ?**

La lumière n'exerce pas d'action directe sur la disparition de la chlorophylle des feuilles en automne. Les feuilles les plus éclairées jaunissent plus vite que les feuilles ombragées parce que les conditions de nutrition, dans lesquelles elles se sont trouvées, les ont fait parvenir plus vite à l'état de maturation dont le jaunissement est une des manifestations extérieures.

— *André Mayer* et *L. Plantefol* (prés. par M. Molliard). — **Équilibre des constituants cellulaires et forme des oxydations de la cellule. Imbibition et types respiratoires chez les plantes reviviscentes.**

Les auteurs ont examiné systématiquement les quotients respiratoires de mousses amenées à des imbibitions diverses. Ils arrivent à cette conclusion que c'est bien un type respiratoire particulier, de caractère anaérobie, que détermine la diminution de la teneur en eau chez l'organisme reviviscent étudié (*Hypnum triquetrum* L.).

— *H. Colin* et *A. Grandsire* (prés. par M. Molliard). — **Minéralisation des feuilles vertes et des feuilles chlorotiques.**

Il s'agit exclusivement de la chlorose congénitale ou albinisme; un marronnier et un orme panachés ont fourni le matériel nécessaire.

Les traits saillants de ces feuilles atteintes d'albinisme consistent en déficit de principes organiques, excès de matières minérales, prédominance de plus en plus accusée de la potasse sur la chaux.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P.-R. Bohn* (prés. par M. Guignard). — **Sur la présence de cristaux d'oxalate de calcium à la surface de certaines Caryophyllacées.**

La quantité importante d'oxalate de calcium trouvé à la surface du végétal confirme l'idée, généralement admise aujourd'hui, que ce sel est, pour la plante un produit de déchet, et laisse entrevoir pour l'épiderme un rôle important dans son élimination.

MYCOLOGIE. — *Kuhner* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Le développement du *Lentinus tigrinus* Bull.**

L'anneau n'a pas, chez *Lentinus tigrinus*, la même valeur que chez les espèces dont l'hyménium a une origine interne. C'est simplement une prolifération de la région périphérique du stipe, une production secondaire, alors que l'anneau des angiocarpes vrais est formé d'emblée.

PHYSIOLOGIE. — *M.* et *M^me A. Chauchard* (prés. par M. Henneguy). — **Lois d'excitabilité de l'appareil électrique de la Torpille.**

L'appareil électrique de la Torpille répond aux lois générales de l'excitabilité. Dans quelques cas, les auteurs ont remplacé le réactif rapide que constitue la queue de Tor-

Digitized by Google

vette par un muscle lent, l'épipodium d'Aplysie. Des durées de passage qui, pour un voltage déterminé, donnaient des seuils très nets avec la première préparation, sont restées sans action sur la seconde. Ce fait est interprété de la façon suivante : l'onde émise par la décharge de la Torpille est brève, et, par suite, adéquate à l'excitabilité de la queue de la Crevette dont la chronaxie est de l'ordre du dix-millième de seconde. Sa brièveté la rend au contraire inefficace sur le muscle très lent de l'Aplysie.

— *A. Rochon-Duvigneaud, E. Bourdelle* et *J. Dubar* (prés. par M. E. Leclainche). — **Essai de détermination du champ visuel anatomique binoculaire du cheval.**

Chez le cheval dont la tête est portée en direction normale à 45°, le champ de vision binoculaire antérieur s'établit, suivant le plan horizontal, presque immédiatement en avant du chanfrein, au-dessus du bout du nez. Il permet à l'animal de voir avec les deux yeux, sans être gêné par l'extrémité inférieure de la tête, dans un angle qui suffit à ses actions locomotrices. L'inclinaison de la tête à 90° ou même en arrière de la verticale (tête encapuchonnée) permet à l'animal de voir en vision binoculaire plus immédiatement en avant de ses membres antérieurs, sans que cette vision puisse arriver toutefois jusqu'à la limite de ces membres.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès* et *A. de Coulon* (prés. par M. Henneguy). — **Relations entre le déplacement expérimental des points isoélectriques musculaires et l'évolution des tumeurs greffées.**

L'évolution de tumeurs (sarcomes greffés, tumeurs épithéliales greffées, tumeurs de goudron), s'accompagne d'une élévation d'un point isoélectrique, tandis que leur régression éventuelle (tumeurs greffées) est marquée par un abaissement de ce point.

A l'ascension du point isoélectrique, semblent liées, dans les expériences des auteurs, les possibilités d'invasion de l'organisme et l'ensemble des réactions mises en jeu tant qu'un mécanisme d'inhibition n'est pas apparu ; à la chute du point isoélectrique, paraît au contraire avoir été jointe une faculté d'inhibition, l'apparition d'un état réfractaire.

Dans le cas particulier des tumeurs greffées, ces notions complètent par réciprocité celles que MM. Vlès et de Coulon avaient précédemment apportées dans d'autres cas.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Hugounenq* et *J. Loiseleur* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur la superposition des phénomènes de dissociation et d'adsorption élective dans les diastases protéolytiques.**

Ayant soumis à l'action de la pepsine et de la trypsine des peptides de synthèse modifiés par certains réactifs, les auteurs arrivent à montrer que la digestion des matières protéiques comporte l'attaque successive de leur molécule par deux ions de signe opposé.

— *E. Kayser* et *H. Delaval* (prés. par M. Lindet). — **Radioactivité, fixateurs d'azote et levures alcooliques.**

Dans une Note précédente, les auteurs ont montré que l'addition d'un minerai radioactif du Congo belge au milieu nutritif habituel, stimulait l'action des *Azotobacter* dans des proportions variables avec l'espèce microbienne.

Complétant leurs premières expériences, ils constatent que c'est avec la dose de 4 ^{mg} 5 % de minerai que l'azote fixé par gramme de sucre est le plus élevé, que la fixation d'azote est toujours plus élevée en présence de minerai, le maximum étant obtenu avec la lumière blanche.

Des levures ensemencées en milieux sucrés additionnés de minerai à la dose de 2 mg. % ont donné lieu à une augmentation de sucre disparu, d'alcool, du pouvoir ferment, variable avec la race de levure.

BIOLOGIE. — *Jean Bathellier* (prés. par M. Bouvier). — **Sur l'époque de la détermination des castes chez *Eutermes Matangensis* Haviland.**

Chez *Eutermes Matangensis*, la caste est déterminée dans l'œuf, avant l'éclosion. Reconnaissable par les procédés de l'histologie à la naissance du jeune, elle devient apparente extérieurement après la première mue.

— *Ch. Champy* (prés. par M. Bouvier). — **La dysharmonie des caractères sexuels secondaires et la proportionnalité des glandes sexuelles chez les Insectes.**

La dysharmonie est le phénomène par lequel un grand nombre d'appendices, variant de l'un à l'autre sexe, croissent plus vite que proportionnellement à la taille générale.

Les faits observés sont conformes à l'idée que l'action sexuelle agit comme un facteur constant, et que la dysharmonie des variants sexuels est due seulement à la variation de quantité des matériaux mis en réserve.

Les organes non adaptés, propres à la femelle, sont dysharmoniques alors que les organes adaptés : oviscaptes, ovipositeurs, etc., ne le sont pas ; de même que chez les mâles les cornes, appendices céphaliques divers, le sont aussi, et que les organes copulateurs également adaptatifs ne le sont pas.

MICROBIOLOGIE. — *G. Ramon* (prés. par M. Roux). — **Sur la production des antitoxines.**

Après de multiples essais, l'auteur a été conduit à injecter au cheval l'antigène (ici l'anatoxine diphtérique) mélangé à du tapioca finement pulvérisé et stérilisé. Ce mélange introduit sous la peau de l'animal y provoque l'effet cherché, c'est-à-dire un œdème plus ou moins marqué avec présence de nombreux leucocytes. Grâce à cette réaction locale plus ou moins intense, grâce aussi au fait que le tapioca ne cède que graduellement la portion d'anatoxine qu'il a absorbée en se gonflant, l'organisme peut utiliser au mieux l'antigène qui lui est offert : il en résulte une production plus abondante de l'antitoxine diphtérique.

— *F. Diénert* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Contribution à l'étude des boues activées.**

Une boue activée n'est pas nécessairement apte à oxyder rapidement le soufre ou les polythionates. Elle doit peu à peu s'y adapter, et cette adaptation peut être entravée par la présence de certaines substances comme l'acétate de chaux. Avec MnO^2 activé, la présence de cet acétate arrête l'oxydation au stade hyposulfite au lieu du stade sulfate.

— *Georges Truffaut* et *N. Besszonoff* (prés. par M. G. André). — **Sur la prédominance de l'activité des fixateurs anaérobies d'azote dans le sol.**

Les expériences réalisées par les auteurs leur permettent de supposer que l'une des causes de la fertilité des limons des grands fleuves, et en particulier de celui du Nil, des curures des fossés et des canaux, des vases des étangs et marais, même ceux des Dombes, est due au travail des organismes anaérobies fixateurs d'azote atmosphérique.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **La signification physico-pathologique du signe de Babinski.**

Le réflexe plantaire se fait en extension (signe de Babinski) toutes les fois que la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur est égale à celle des extenseurs des orteils, au lieu de l'être à celle des fléchisseurs.

Le réflexe se fait en flexion toutes les fois que la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur est égale à celle du fléchisseur des orteils, comme à l'état normal.

Le réflexe fait défaut (ni extension, ni flexion) toutes les fois que la chronaxie sensitive du nerf tibial postérieur est différente à la fois de celle des fléchisseurs et de celle des extenseurs.

CHIMIE THÉRAPEUTIQUE. — *C. Levaditi, A. Girard*

Digitized by Google

et *S. Nicolau* (prés. par M. Roux). **Action tréponémicide de l'or et du platine.**

L'or et, à un degré bien moindre, le platine, possèdent des propriétés spirillicides et tréponémicides *in vivo*. Ces propriétés sont, de beaucoup, moins accusées que celles du bismuth.

L'hyposulfite double d'or et de sodium agit curativement dans la syphilis expérimentale du lapin (virus Truffi) et la spirochétose provoquée par le *Spirocheta cuniculi*.

P. GUÉRIN.

Séance du 27 juillet 1925.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rajchman* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la convergence multiple.**

MÉCANIQUE ET CHRONOMÉTRIE. — *J. Andrade.* — **Rectification relative à un octuple isochrone propre aux balances spirales et aux horloges élastiques.**

Dans les notes de novembre 1924 et de juin 1925, la corréation du second quadruple de ressorts au premier a été à tort présentée comme un renversement ; c'est d'une symétrie convenable qu'il s'agit.

PHYSIQUE. — *Th. Vautier.* — **Ondes secondaires dues à une onde aérienne.**

Complétant sa première note (*C.-R.* du 22 juin 1925) l'auteur explique encore par une variation de section, plus importante et de plus grande étendue, la production d'ondes de longueur et de forme bien différentes qui, comme les précédentes, devancent aussi l'écho normal.

Les ondes principales courtes à front discontinu créent aux passages des flaques d'eau des ondes de même forme et un peu plus courtes. Des changements de direction semblent pouvoir donner aussi des ondes secondaires.

RADIOACTIVITÉ. — *Nobuo Yamada* (trans. par M. Jean Perrin). — **Sur les particules de long parcours émises par le dépôt actif du radium..**

De ses nouvelles recherches poursuivies à l'aide d'un appareil à gaz comprimé, modifié depuis ses précédentes expériences, l'auteur conclut que le RaC n'émet qu'un groupe de particules α de long parcours ; les particules des plus longs parcours, observées antérieurement, sont peut-être les rayons d'hydrogène, qui sont dus à la vapeur d'eau ou au gaz hydrogène occlus dans la source.

SISMOLOGIE. — *E. Rothé* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur le tremblement de terre des Pyrénées du 22 février 1924. Discussion des l'épicentre.**

La concordance entre les observations faites dans les diverses stations françaises et espagnoles où le séisme a été ressenti, l'accord entre les données microséismiques conduisent à accepter comme épicentre le massif du Pic du Midi d'Ossau avec une profondeur de l'hypocentre comprise entre 20 et 40 kilomètres.

MÉTÉOROLOGIE. — *Gabriel* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur l'application à la météorologie du cycle astronomique de 744 années.**

La comparaison des dates connues des hivers rigoureux et des étés exceptionnellement chauds a fait ressortir, non seulement le cycle de 744 années, mais aussi la période de 372 années et le plus souvent celle de 186 années, avec quelquefois, dans les intervalles, des différences d'une année en plus ou en moins, mais dans l'ensemble les coïncidences sont remarquables. Nous aurons, du reste, l'occasion de vérifier bientôt l'exactitude de ce fait, car l'hiver de 1740 ayant été particulièrement rigoureux dans le Nord de la France, celui de 1926 devrait être également très rigoureux, puisque cette date correspond à une période de 186 ans.

L. FRANCHET.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *A. Graire.* — **Conditions théoriques et pratiques de la réversibilité des réactions dans le procédé des chambres de plomb.**

Cette réversibilité établie par une Note précédente, permet d'appliquer les lois de l'équilibre et de prévoir que la production de l'acide sulfurique sera favorisée par l'augmentation des concentrations en SO^2,NO^2 (ou N^2O^3) et H^2O. Au contraire, l'excès de NO et l'élévation de température facilitent la décomposition : ces données empiriques trouvent leur justification dans la simple application des lois physico-chimiques avec une température optima de réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Muneari Tanaka.* — **Sur les quinonediazides de la série des anthraquinones.**

On introduit l'acide azoteux dans le 3-nitro-2-amino anthraquinone ou son isomère, on obtient le diazo qui, chauffé avec l'anhydride acétique, donne les quinonediazides peu stables.

— *G. Varon et P. Peignier* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur la préparation de l'isobornéol actif.**

Le procédé classique par le camphre avait un faible rendement. On le remplace par l'oxydation du magnésien du chlorhydrate de pinène qui donne un mélange de bornéol et d'isobornéol que l'on transforme en phtalate. On procède à la saponification : le phtalate de bornyle se saponifie le premier. Un deuxième procédé, plus difficile, consiste à hydrogéner catalytiquement le camphre, hydrogénation fractionnée et purification au phtalate.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. Némec et M. Gracanin* (prés. par M. A. Th. Schlœsing). — **Influence de la réaction du sol sur l'absorption de P et de K en présence de divers engrais phosphatés.**

Le P_H variant de 5 à 7 avec des engrais divers, l'absorption par un sol acide est plus grande que par un sol basique comme le montrent les nombreux essais de cultures méthodiques.

A. RIGAUT.

BOTANIQUE. — *Henri Jumelle.* — **Le tabac tombak des Alaouites.**

On désigne, en Perse et dans le Levant, sous le nom de *tombak* ou *toumbeki*, un tabac très fort, si riche en nicotine qu'il n'est utilisable, comme tabac à fumer, que dans le narguilé et le kalian.

Le tombak cultivé chez les Alaouites n'appartient à aucune des espèces (*N. rustica*, *N. persica*) auxquelles a été rapporté le tombak de Perse, qui est pourtant très probablement le même. Il ne semble à M. Jumelle qu'une variété trapue, à fleurs pourpres et à forte teneur en nicotine, du *Nicotiana Tabacum*.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Mlle G. Bonne* (prés. par M. H. Lecomte). — **Sur les faisceaux de rebroussement dans la coupe florale de certaines Rosacées.**

Les traces carpellaires récurrentes ne sont pas l'apanage exclusif de la Rose. L'auteur a retrouvé une structure analogue dans deux genres aberrants de Prunoïdées : le *Prinsepia utilis* et le *Nuttalia cerasiformis*. La coupe florale de *Prinsepia* est à sa base nettement réceptaculaire.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Ad. Davy de Virville* (prés. par M. Molliard). — **Action de l'état hygrométrique et de la submersion sur la forme et la structure des Mousses.**

L'auteur a montré antérieurement que la lumière et la température modifiaient beaucoup la forme et la structure des Mousses. Il met aujourd'hui en évidence l'action d'un troisième facteur qui, dans la nature, varie en même temps que les deux autres : l'état hygrométrique de l'air. Ses expériences l'amènent à cette conclusion qu'il y a certainement plus de différence entre les formes que revêt la même espèce dans les différents milieux qu'il a étudiés jusqu'ici, qu'il n'y en a dans la nature entre des formes considérées comme

Digitized by Google

espèces distinctes. Ces résultats montrent l'importance de l'action du milieu pour la formation et l'évolution des espèces.

PROTISTOLOGIE. — *R. Hovasse* (transm. par M. F. Mesnil). — **Les Ellobiopsidés se propagent par flagellispores.**

Parallobiopsis Coutieri se reproduit par flagellispores, mais dont la forme est si banale qu'elle ne permet pas, à elle seule, de rattacher cet être à un groupe déterminé de Flagellés. Cependant, la forme même de ces éléments s'écarte nettement de celle des spores de Péridiniens.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *J. Dumas, G. Ramon et Saïd Bilal* (prés. par M. E. Roux). — **Les propriétés immunisantes de l'anatoxine dysentérique.**

L'anatoxine dysentérique détermine la production des anticorps immunisants chez le cheval et le lapin. Chez l'homme, quinze jours après une injection de un centimètre cube d'anatoxine, le sérum de trois sujets possède des propriétés antitoxiques manifestes : 2/10 de centimètre cube neutralisent, suivant les sujets, une à trois doses mortelles pour le lapin ; dans les mêmes conditions le sérum humain normal est sans action.

Ces faits expérimentaux permettent donc d'envisager l'essai de la vaccination de l'homme avec l'anatoxine dysentérique.

P. GUÉRIN.

Séance du 3 août 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R.-H. Germay.* — **Sur les solutions asymptotiques des équations qui définissent des fonctions implicites et sur les intégrales asymptotiques des équations aux dérivées partielles.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Maurice Fréchet.* — **Sur la loi des erreurs d'observation.**

ASTRONOMIE. — *G.-W. Ritchey* (transm. par M. B. Baillaud). — **Sur un nouveau mode de construction des grands miroirs de télescope.**

Des recherches sont poursuivies à l'Observatoire de Paris en vue de la construction du télescope de grand diamètre que M. et Mme Dina destinent à l'Observatoire qu'ils vont fonder. Pour obvier aux difficultés qui se rencontrent dans la construction des très grands disques en verre plein, coulés d'une seule pièce, on cherche actuellement à les édifier au moyen de plateaux circulaires et de cloisons rectangulaires en verre mince, cimentés ensemble de façon à former des disques circulaires très rigides, solides et légers. Le cimentage se fait au moyen de la bakélite.

ASTRONOMIE. — *V. Neuville* (transm. par M. B. Baillaud). — **Détermination des mouvements propres des étoiles de la 5e à la 16e grandeur photographiées sur les premiers clichés de Henry.**

L'examen de 22 clichés de Henry, obtenus antérieurement à l'entreprise de la carte du ciel, a mis en évidence les mouvements de 3.802 étoiles pour une surface du ciel de 118°8 carrés. Les poses de ces clichés, longues de 2 heures environ, ont exigé 1 h. 30 pour les poses récentes et ont enregistré, d'après une recherche photométrique spéciale, les étoiles jusqu'à la 15e9 grandeur stellaire de l'échelle photographique internationale de Harvard. Les mouvements des 3.802 étoiles se trouvent repartis, d'après leur importance, dans une table établie par l'auteur.

PHYSIQUE. — *Y. Rocard* (prés. par M. A. Cotton). — **Diffusion de la lumière dans les fluides.**

L'auteur a recherché jusqu'à quel point la théorie de Gans coïncide avec les théories moléculaires de la diffusion de la lumière. Il conclue que la formule de Gans donne des résultats par excès, point qui apparaît important si l'on remarque que les expérimentateurs, qui ont déterminé le nombre d'Avogadro N par l'étude de la diffusion de la lumière dans les liquides, semblent trouver des nombres trop grands ; ce ne sont pas leurs expériences qu'il faut incriminer, mais les approximations faites dans la théorie qu'ils ont à leur disposition.

MÉTÉOROLOGIE. — *Dedebant* (prés. par M. Deslandres). — **Sur l'isolement des tendances dynamiques dans les régions à forte variation diurne de la pression.**

L'application de la méthode des variations présente de grosses difficultés dans les pays où la pression présente une forte variation diurne ; M. Dedebant a essayé divers procédés dont l'un semble donner de bons résultats. Etant admis que l'oscillation diurne de la pression étant le résultat de la superposition de deux ondes, l'une à période semi-diurne, l'autre à période diurne, il les isole. L'influence de la première sur la tendance peut être considérée comme invariable d'un jour à l'autre ; la seconde doit avoir une influence proportionnelle à la variation de température. Si les ondes diurnes de température et de pression étaient des ondes sinusoïdales parfaites, en opposition de phase, la courbe représentant la pression en fonction de la température serait une droite. En fait, on trouve une courbe très aplatie, avec parfois des points doubles vers les extrémités. Assimilant cet ovale à une droite moyenne, l'auteur a trouvé que la variation de pression Δp due à l'oscillation diurne, pendant un temps Δt, est proportionnelle (et de signe contraire) à la variation $\Delta\theta$ de température pendant le même temps $d p = -K\Delta\theta$. (K étant jusqu'à nouvel ordre un coefficient particulier à chaque station.

L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Auméras* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'état d'hydratation de l'oxolate de calcium**

La déshydration de l'oxalate de calcium en températures croissantes, suivant la technique du professeur Guichard, comparée à celle du sulfate de baryum, donne l'influence de l'eau d'adsorption sur la pseudo existence d'hydrates. Le palier de paliers définitifs correspond pour l'oxalate de chaux à un monohydrate réel.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *R. Girard.* — **Action des solutions acides de faibles concentrations sur les métaux ferreux.**

Les essais sur l'acier et la fonte ont été faits avec les acides phénique, carbonique, chlorhydrique et sulfurique en solution de concentrations croissantes jusqu'à $\frac{N}{10}$.

Les résultats sont exprimés par deux graphiques avec le métal dissous en ordonnées, le $p\ H$ ou l'acidité totale, en abscisses. Dans une première région, la corrosion dépend de l'oxygène dissous ; elle est progressive avec les acides faibles. A partir d'une concentration 10^{-3}N ; la corrosion est rapide ; au-dessous de cette concentration, un acide est d'autant plus actif qu'il est moins dissociable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Thomas* (transm. par M. Ch. Moureu). — **Sur un nouveau type d'organomagnésiens.**

Ce type s'obtient avec les dérivés dihalogénés, comme les diiodothiophène ou benzène, en réagissant sur *Mg*. Il se forme un composé qui renferme deux groupes *Mg I*, doué d'une grande aptitude réactionnelle et susceptible de donner des produits d'addition avec CO^2 ou les aldéhydes.

A. RIGAUT.

Digitized by Google

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mémorial des Sciences Mathématiques, Directeur M. Henri VILLAT. Fasc. I, II, III. In-8°; chaque fascicule, 60 pages environ. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix du fascicule : 10 fr.

C'est une magnifique initiative que M. Henri Villat a prise en fondant la collection du Mémorial. Elle comprendra un ensemble de petits volumes sur toutes les parties des Mathématiques, chacun traitant d'un sujet bien délimité. L'esprit dont s'inspire cette collection, sorte d'apostolat mathématique, est par excellence bien français. On doit dire tout ce qui est essentiel, en ne laissant place qu'aux méthodes les plus simples, en mettant bien en relief les idées les plus neuves et les plus fécondes. Ainsi, les chercheurs pourront s'initier rapidement aux théories qui leur sont les moins familières et décupler leur puissance de production. Le service rendu par M. Henri Villat à la Science française est un service inappréciable.

Les trois premiers fascicules parus répondent éminemment à l'objectif désiré. M. Appell a inauguré brillamment la collection en reprenant l'exposé de ses travaux sur les systèmes non holonomes, sous ce titre : « *Sur une forme générale des équations de la Dynamique* (fascicule I). » Les discussions récentes sur les principes de la Mécanique donnent aux questions étudiées dans ce fascicule un grand intérêt d'actualité.

Le fascicule II, dû à M. G. Valiron, professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg s'intitule : *Fonctions entières et fonctions méromorphes d'une variable*. On sait combien cette partie de la théorie des fonctions a progressé en France, depuis 1890, sous l'impulsion vivifiante d'Henri Poincaré et aussi de MM. Émile Picard, Jacques Hadamard et Émile Borel. Plus récemment, elle a été complétée par MM. Paul Montel, Gaston Julia et par M. G. Valiron lui-même. Son exposé est une synthèse remarquable de l'ensemble de ces travaux français et des travaux étrangers. On peut, en le prenant pour guide, acquérir des idées précises sur ce qui est fait, sur l'enchaînement des principaux problèmes, en même temps qu'apparaissent les raisons du succès des méthodes employées.

C'est encore à M. Appell qu'on doit le fascicule III intitulé : *Sur les fonctions hypergéométriques de plusieurs variables, les polynômes d'Hermite, et autres fonctions dans l'hyperespace*. C'est un exposé très complet de travaux dans la genèse desquels l'Auteur a joué un rôle essentiel. On y trouve l'étude des fonctions hypergéométriques de deux variables, la formation des équations aux dérivées partielles qu'elles vérifient, l'exposé des recherches de MM. E. Picard et E. Gouront sur le problème de Riemann, la théorie de la réduction, l'étude des fonctions de Fourrier Bessel, et des polynômes spéciaux attachés à cette théorie. Les mêmes questions sont aussi traitées dans le cas de n variable. Cet exposé d'ensemble d'un chapitre de l'Analyse, récemment accru d'importants travaux, est appelé lui aussi à rendre aux mathématiciens d'immenses services.

Tous ces fascicules sont accompagnés d'une bibliographie abondante et d'une documentation extrêmement précieuse. G. BOULIGAND.

Notations et formules vectorielles, par A. LAFAY, Professeur de physique à l'École Polytechnique. In-8° de 35 pages avec figures, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr.

Cette brochure est un excellent résumé des notations vectorielles les plus courantes. Elle passe tour à tour en revue l'algèbre vectorielle, l'analyse vectorielle, et les propriétés des champs. J'attire spécialement l'attention sur le petit article consacré aux surfaces de discontinuité : on les rencontre constamment dans les problèmes de physique mathématique, et on ne saurait trop féliciter l'auteur d'avoir donné à ce propos quelques règles générales. G. BOULIGAND.

La Mécanique nouvelle démontrée par les principes classiques, par Paul DUPONT. In-8° de 148 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Ce volume comprend deux parties. La première est l'exposé de la théorie mathématique, tandis que la seconde en est l'interprétation philosophique. M. Paul Dupont s'est efforcé de montrer comment les théories d'Einstein devaient être présentées, en admettant le point de vue qui a été développé par M. Henri Bergson dans son livre : « *durée et simultanéité* ». Personnellement, je ne partage pas les idées de M. Henri Bergson sur ces questions. Aussi me bornerai-je à dire le soin et le talent incontestable avec lesquels M. Paul Dupont a atteint le but qu'il s'était proposé. Par là-même, son livre sera une base utile pour les discussions futures entre bergsoniens et non bergsoniens au sujet des théories relativistes.
G. BOULIGAND.

Notions fondamentales d'élément chimique et d'atome, par M. Georges URBAIN, de l'Académie des Sciences. Président de la Commission internationale des Éléments chimiques, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. In-16 de 172 pages. (Collection Science et Civilisation.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

La chimie nouvelle avait fait de la notion de corps simple une notion caduque avec les expériences de Rutherford : « la Science chimique est à un tournant de son histoire, les corps simples d'aujourd'hui ne sont plus déjà ce qu'ils étaient hier et nous ignorons ce qu'ils seront demain, mais quels qu'ils soient, on ne pourra jamais en bonne logique déclarer tels, que ceux qui demeureront irréductibles, s'il en est, par tous les moyens possibles, qu'on les appelle physiques ou chimiques ». Ces notions de l'élément et de l'atome d'hier et d'aujourd'hui ne pouvaient être mieux présentées que par le professeur Urbain, à la fois philosophe averti et expérimentateur habile. Le philosophe se défiant de sa raison, l'expérimentateur du témoignage de ses sens, l'erreur guette le savant et les faits bien observés doivent rester comme ils sont. « Quand bien même, dit-il, les atomes n'existeraient pas, les poids atomiques définis par la façon dont ils se mesurent, conserveraient une signification positive, mais il faudrait admettre qu'on a opéré sur des corps purs », et il conclut en admettant provisoirement la notion d'élément *technique*.

Ce volume doit être lu par tous ceux qui pratiquent ou enseignent la chimie. Il est divisé en 6 chapitres : Définition de l'élément, les éléments radioactifs, les constituants de l'atome, la structure de l'atome, la propriété des éléments en rapports avec la constitution des atomes, les isotopes.

Et on devra retenir les derniers mots de l'auteur : « La loi hypothétique, particulière au monde caché, est la plus hardie des tendances théoriques nouvelles. De ce point de vue, tout au moins, l'intérêt, qui s'attache

Digitized by Google

à ces jeunes et pragmatiques doctrines, dépasse de beaucoup celui que les spécialistes de toutes nuances seraient tentés de leur attribuer. »

A. R.

Allen's commercial organic analysis, *Cinquième édition* publiée sous la direction de SAMUEL S. SADTLER et ELBERT C. LATHROP de Philadelphie et C. AINSWORTH MITCHELL de Londres. — Tome I, Alcools, boissons fermentées, sucres, amidons, levure, papier, acides acycliques, etc... par S. SADTLER, C. LATHROP, C. A. MITCHELL, J. L. BAKER, L. BURGHART, W. DAVIS, L. EYNON, H. FEFFMANN, T. H. POPE, H. SCHLATTER, E. SCHLICTING et E. SUTERMEISTER. Un in-8° relié de 796 pages avec 105 figures. J. and A. Churchill éditeurs, 7. Great Marlborough Street, London W. 1. — Prix : 30 shillings.

Dans les pays de langue anglaise, tous les chimistes qui s'occupent des substances alimentaires et des produits organiques industriels ou pharmaceutiques se servent couramment de cet important ouvrage qui leur rend les plus grands services en raison de la diversité des sujets qui y sont traités et du soin avec lequel ses éditions successives sont mises à jour par des spécialistes particulièrement qualifiés. Il se trouve d'ailleurs dans la bibliothèque de certains grands laboratoires français où tous ceux qui ont eu l'occasion de le consulter ont apprécié comme il le mérite sa haute valeur scientifique et pratique, ainsi que la précision et la multiplicité des renseignements que l'on peut y puiser, surtout en ce qui concerne les méthodes américaines, anglaises et allemandes.

La précédente édition comportait neuf volumes dont un de supplément contenant tous les faits nouveaux publiés depuis la rédaction des huit premiers tomes. Il est probable qu'il en sera de même cette fois-ci ; ce premier volume permet déjà de se rendre compte des améliorations, remaniements et additions dont il a été l'objet pour le mettre au courant des progrès de la science et en éliminer toutes les méthodes désuètes.

Dans ce Tome I on trouve tout ce qui concerne les alcools, l'acétone, le vin, la bière, le cidre, les spiritueux, le malt et ses dérivés, la levure, l'éther, les aldéhydes, le chloroforme, l'amidon, les dextrines, les farines, les pâtes alimentaires, les biscuits, les gommes, le papier, la pâte de bois et les plus importants acides de la série grasse. Un chapitre de 154 pages est consacré aux sucres ; de plus, au début du volume, on trouve une introduction de 86 pages où sont exposées, pour l'ensemble de l'ouvrage, les méthodes d'étude des propriétés physiques, d'analyse élémentaire et les indications relatives à la dessiccation, au dosage des cendres et de l'humidité, ainsi qu'à l'action des dissolvants.

Il nous est impossible de rendre compte plus complètement du tome I, de cet important Traité ; d'ailleurs cela ne serait guère utile, car le fait d'avoir déjà atteint sa cinquième édition constitue, pour un ouvrage aussi développé, une garantie largement suffisante de ses qualités. Les services que nous rend personnellement ce premier volume nous font souhaiter que la publication des suivants tarde le moins possible.

Dr A. BERTHELOT,
de l'Institut Pasteur.

Guide pratique pour l'analyse du sang, par R. DOURIS, Professeur à la Faculté de Pharmacie de l'Université de Nancy. In-8° relié de 469 pages avec 58 figures. Vigot Frères, éditeurs, Paris. — Prix : 25 fr.

Tous ceux qui s'intéressent aux multiples applications cliniques, biologiques, biochimiques, toxicologiques et médico-légales de l'analyse du sang trouveront clairement exposées dans ce volume les méthodes les plus modernes, les procédés les plus précis et les mieux adaptés aux différents cas envisagés. Ils le consulteront avec d'autant plus de profit que l'auteur, bien qu'il ait avant tout voulu écrire un livre pratique, n'a pas négligé d'y introduire les considérations théoriques utiles et de discuter les avantages ou les inconvénients respectifs des plus importantes techniques étudiées.

En dehors de ce qui concerne l'histologie, la parasitologie et la bactériologie, que l'auteur a volontairement laissées de côté, rien ne manque, dans ce guide pratique, de ce qu'il est utile de connaître pour analyser le sang à tous les points de vue. Il rendra certainement les plus grands services dans les laboratoires où il ne fera double emploi avec aucun de nos meilleurs manuels d'analyses médicales, pour lesquels je le considère même comme un complément des plus utiles.

Dr A. BERTHELOT,
de l'Institut Pasteur.

Manuel technique de microbiologie et sérologie, par le Professeur A. CALMETTE, Sous-Directeur de l'Institut Pasteur, et MM. L. NÈGRE et A. BOQUET, Chefs de Laboratoire à l'Institut Pasteur. In-8° relié de 568 pages avec figures en noir et en couleur. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 35 francs.

Il n'est pas un chimiste qui n'ait à portée de la main un « Memento » où se trouvent réunis toutes les données numériques, tous les renseignements théoriques et pratiques qui peuvent leur être nécessaires pour ses recherches ou ses manipulations analytiques ; mais, par contre, malgré les développements considérables pris par la science des microbes et la diversité de ses applications, aucun ouvrage du même genre n'avait été rédigé, jusqu'ici, à l'intention des bactériologistes. Ceux-ci seront donc certainement reconnaissants au Professeur A. Calmette qui a eu la généreuse pensée de les faire profiter de ses notes personnelles, de tous les documents scientifiques, de tous les renseignements techniques qu'il a rassemblés depuis le début de ses longues et fructueuses recherches et à l'aide desquels il a constitué, avec la collaboration de MM. Nègre et Boquet, le guide que nous avons le plaisir de présenter à nos lecteurs.

Ce manuel n'est pas un précis de microbiologie et il ne s'adresse pas aux débutants ; c'est un véritable memento destiné aux microbiologistes ayant déjà une certaine pratique du laboratoire. Ces derniers le liront pour compléter ou préciser les connaissances antérieurement acquises, ou encore pour s'initier aux plus récentes techniques, puis ils le consulteront pour y retrouver une formule, une méthode de recherches, les caractères d'un germe, en un mot toutes les indications qui peuvent être utiles dans un laboratoire de bactériologie. Qu'il s'agisse des techniques qui servent à l'étude des microbes ou bien de tout ce qui concerne l'expérimentation sur les animaux, l'analyse de l'air, de l'eau et du sol, l'hématimétrie, les réactions humorales, les procédés de titrage des sérums ou la préparation des vaccins, rien n'y manque de ce qui peut en microbiologie et en sérologie rendre service au médecin, au vétérinaire, à l'hygiéniste et au biochimiste. Le succès de cet excellent ouvrage est donc assuré, et certainement pour longtemps, car les auteurs ne manqueront de modifier ses futures éditions de telle sorte qu'elles soient, comme la première, au courant des plus récents progrès des méthodes pastoriennes.

Dr A. BERTHELOT,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Digitized by Google

Chemistry of tuberculosis, par H.-G. Wells, Lydia M. de Witt et E.-R. Long, Professeur et professeurs-adjoints à l'Université de Chicago. In-8° de 447 pages. Williams and Wilkins Company, Baltimore, U.S.A. — Prix 5 dollars 50.

Cet ouvrage est appelé à rendre de grands services dans tous les laboratoires où l'on poursuit des recherches sur le bacille tuberculeux et sur la thérapeutique chimique de la tuberculose. Médecins, microbiologistes et chimistes y trouveront clairement exposés, dans une sorte de revue critique, l'ensemble des connaissances acquises jusqu'à ce jour sur la chimie du bacille de Koch et des substances qui en dérivent, sur les particularités d'ordre chimique présentées par les organismes tuberculeux et, enfin, sur l'action des médicaments chimiques dans l'infection tuberculeuse. Un livre de compilation comme celui-ci ne se prête point à une analyse détaillée; celle-ci, d'ailleurs, serait inutile aux spécialistes à qui l'ouvrage est destiné. Il leur suffira de savoir qu'il a été rédigé avec soin, par des auteurs qui ont eux-mêmes publié d'importants travaux relatifs à l'étude chimique de la tuberculose, pour être convaincus de son intérêt scientifique et pratique. Ils sauraient d'autant moins s'en passer qu'il n'existe pas de traité où les trois sujets développés par les auteurs soient étudiés avec autant de détails, d'aussi nombreuses données numériques et une telle abondance de renseignements bibliographiques.

Toutefois, il est bon de faire remarquer aux chimistes et aux biologistes non médecins, que pour lire aisément et avec fruit cette excellente monographie de Wells, de De Witt et Long, il est nécessaire de posséder de solides notions générales sur la tuberculose, notions qu'ils ne pourraient puiser à meilleure source que dans l'ouvrage fondamental publié il y a quelques années par le Professeur A. Calmette : « L'infection bacillaire et la tuberculose chez l'homme et les animaux ».

Dr A. Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

Nutrition de la plante. Cycle de l'azote, par M. Molliard. In-16 de 319 pages avec 56 figures. Doin, éditeur, Paris, 1925. — Prix : 15 francs.

Le sujet traité par l'auteur est d'une importance capitale pour les recherches de physiologie végétale et d'agronomie. Il débute par un aperçu des méthodes de dosage de l'azote; un chapitre sur les protéines classe les propriétés de ces corps et donne la distinction des protéines diverses des végétaux, leur localisation, leurs dérivés, etc.

La nutrition azotée des végétaux supérieurs, et la nutrition azotée des végétaux hétérotrophes forment deux importants chapitres où toutes les expériences et les controverses classiques sont exposées. C'est ensuite l'étude des digestions des substances protéiques et des diastases protéolytiques; la transformation et le rôle des snbstances azotées chez les végétaux; puis l'étude des substances azotées non protéiques, avec quelques articles sommaires sur les glucosides cyanogénétiques et leur répartition dans les divers végétaux, les alcaloïdes, les lipoïdes, etc. terminent cet ouvrage.

Dans l'ensemble aussi bien que dans les détails, la lecture de cet ouvrage plaît non seulement par la valeur incontestable qu'on doit lui reconnaître, mais parce qu'il est écrit avec le souci de suivre le cycle de l'azote, et qu'il marque un pas vers cette synthèse des études sur ce cycle de l'azote dans la nature, que les exposés du professeur Vernadsky, dans ses leçons de géochimie à la Sorbonne, font désirer ardemment de voir réaliser, afin que le labeur de tant de savants expérimentateurs soit couronné par des conclusions de grande envergure. L. R.

L'Année Psychologique, publiée par Henri Piéron, professeur au Collège de France et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris, Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne. 24e année (1923). In-8° de 692 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

Parmi les mémoires originaux que contient ce nouveau volume du précieux répertoire fondé par Beaunis et Binet, signalons d'abord la communication au Congrès d'Oxford de M. *Piéron* sur « les problèmes psychophysiologiques de la perception du temps » : l'auteur s'efforce de ramener à leurs composantes physiologiques les notions de présent mental, d'instantanéité, de simultanéité et de succession, et la discrimination des durées et des intervalles; il indique enfin les principales recherches à poursuivre actuellement sur ces questions.

Le Dr *Forster* propose une curieuse théorie de la vision colorée qui corrige heureusement les hypothèses classiques de Helmholtz et Hering et qui s'appuie sur un grand nombre d'observations originales concernant les effets de contraste, ainsi que sur les lois du dynamisme nerveux : elle demande d'ailleurs à être vérifiée et précisée par de nouvelles expériences.

Le Dr *Decroly* propose quelques tests collectifs scolaires ne faisant pas, ou faisant aussi peu que possible, appel au langage (dessins à compléter, imiter ou interpréter); et dans une autre note il énumère les avantages et les inconvénients des tests collectifs et des tests individuels.

M. *Rabaud* étudiant l'emplacement des nids de Vespides a trouvé qu'il est déterminé, non par une prétendue prévision des intempéries printanières, mais par des influences locales purement physiques, comme la chaleur ou le vent.

Le général *Journée*, à la suite de minutieuses recherches expérimentales sur les sensations de recul dans le tir au fusil, conclut que celles-ci varient à peu près avec le rapport des énergies cinétiques, et mieux avec le rapport des logarithmes de ces énergies : ce qui vérifierait la loi de Fechner, s'il ne fallait reconnaître, une fois de plus, la difficulté sinon l'impossibilité d'apprécier quantitativement l'intensité des sensations.

M. *Bussard* a construit une très ingénieuse machine à dresser les animaux et expose les résultats remarquables qu'elle lui a permis d'obtenir avec les rats et les cobayes; il croit à la possibilité d'utiliser industriellement cette ...main-d'œuvre nouveau genre.

M. *Kucharski* établit que la sensation de hauteur du son peut être déterminée par une seule période vibratoire et montre les conséquences de ce fait jusqu'ici contesté par les théories acoustiques.

Mlle *Baron* et M. *Meifreid-Devals* présentent un nouvel esthésiomètre de leur invention, permettant des contacts répétés et une mesure très précise de la durée.

Enfin la plus grande partie de l'ouvrage est occupée, comme d'habitude, par les analyses bibliographiques dont on ne saurait trop vanter le soin, la richesse et l'intérêt : elles portent sur plus d'un millier de livres et travaux divers concernant toutes les branches de la Psychologie et ses applications pathologiques, pédagogiques et industrielles. R. Troude.

Introduction à la Psychologie comparée, par Paul Choisnard, ancien élève de l'École Polytechnique. In-16

Digitized by Google

de xx-194 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 8 francs.

M. Choisnard propose d'appliquer à la Psychologie comparée, qu'il définit « l'étude comparative des caractères humains entre eux », les principes de méthode statistique auxquels il a déjà consacré plusieurs ouvrages. Il pense qu'ils sont appelés à rénover, sinon à résoudre, plusieurs des problèmes les plus essentiels de l'heure présente, comme ceux de l'hérédité, des aptitudes mentales, des inégalités entre les hommes, — et même quelques autres de moindre importance, comme ceux de l'astrologie, de la chiromancie, de la graphologie, de la phrénologie, etc..

La thèse est soutenue avec beaucoup de conviction; on regrette qu'elle ne s'appuie pas sur des discussions plus concrètes et qu'elle se borne à indiquer des directives un peu trop générales. R. T.

Comment nous pensons, par M. John Dewey, professeur de philosophie à l'Université de Columbia (New-York). Traduit de l'anglais par le Dr O. Decroly, professeur à l'Université libre de Bruxelles. In-18 jésus de 284 pages (*Bibliothèque Scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr.

Malgré l'exiguïté de son épaisseur, ce petit livre de moins de trois cents pages est plein d'idées neuves et dense de vues personnelles. La modeste quantité des feuillets ne nuit pas à la bonne qualité de la doctrine. Celle-ci fournit un apport appréciable aux études philosophiques relatives au problème important de la formation intellectuelle de l'homme, prise à son origine, c'est-à-dire dès l'éducation et l'instruction première de l'enfant. A la lumière d'exemples typiques et de formules topiques en tête de chaque paragraphe, l'auteur, — dit judicieusement son traducteur, — « précise la manière dont il « faut présenter les leçons en vue de les faire contribuer « au développement des puissances mentales supé- « rieures ».

Et d'abord, comment pensons-nous? C'est-à-dire comment s'accomplit l'acte intellectuel? Question de psychologie expérimentale. Penser, — *pensare*, peser, — c'est essentiellement distinguer, puis rapprocher, interpréter des représentations, afin de saisir leur suite et leur enchaînement, et aussi, de comprendre leurs rapports avec nous-mêmes. Penser, c'est, sous la pression de notre curiosité instinctive, éprise de clarté et d'ordre, s'élever de la connaissance sensible à la connaissance conceptuelle. Cet effort mental d'assimilation doit constituer un travail profitable par son utilité, séduisant pour la sensibilité, stimulant pour la volonté. On le voit, nous sommes en présence d'un pragmatisme hédoniste.

Mais ce passage de la pensée empirique à la pensée critique comment faut-il l'accomplir? Ceci relève de la psychologie logique, et vise l'exercice normatif de l'intelligence. Comment convient-il d'orienter les fonctions de l'entendement pour en obtenir tout leur rendement? En particulier, comment conduire l'analyse et la synthèse, l'abstraction et la généralisation, l'induction et la déduction, le jugement et les inférences, non pour atteindre uniquement le avantages pratiques du savoir et d'une culture perfectionnée, mais pour accéder aux joies de l'intellectualité? Le pragmatisme fait ici sa part au jeu esthétique. Car il faut se méfier du « trop-pratique » qui offre de graves inconvénients, dont le moindre n'est pas de rétrécir le goût et de rapetisser l'imagination, indispensables à la civilisation, aussi bien industrielle que spirituelle, tant sociale que morale.

Si la pensée personnelle consiste dans l'attitude de la « Conclusion suspendue » jusqu'à plus ample informé, nous abordons le domaine de la psychologique pédagogique, qui est d'ailleurs le véritable objet du livre. Comment le maître peut-il et doit-il communiquer à l'enfant l'art de la recherche et les méthodes appliquées à l'explication des faits? Ou encore, comment apprendre aux novices le moyen de trouver leur voie dans les *Carrefours* de la pensée?

Les techniciens de la pédagogie s'attacheront, dans leurs enseignements, à ménager une transition progressive, mais sûre, de l'image concrète, qui est proche, puisqu'elle est matière d'observation, à la loi abstraite qui est éloignée, puisqu'elle est œuvre d'invention. Pour aller de la constatation pratique, c'est-à-dire du *donné* à la conception théorique, c'est-à-dire au *suggéré*, un double écueil à éviter : l'empirisme inopérant, et par conséquent stérile, et le dogmatisme trop confiant, et par conséquent gratuit. Par contre, la supériorité du langage, comme outil de la pensée, à la fois dépôt et véhicule des notions, est incalculable, pouvu toutefois que l'on sache se prémunir contre les mirages trompeurs du psittacisme purement verbal, à peine distinct de l'ignorance, et aussi du psittacisme semi-intellectuel, qui n'engendre que la demi-science, le *primarisme*, plus dangereux peut-être que l'ignorance. Car le demi-savant, presque toujours présomptueux, croit savoir, et, au fond, ne sait pas; tandis que l'ignorant sincère sait qu'il ne sait pas, et il l'avoue aux autres, comme il se l'avoue à lui-même.

En définitive, le travail intelligent d'une pensée en élaboration ne sera plus une corvée poursuivant seulement un but, mais un heureux et agréable équilibre entre l'activité *ludique* et l'activité productive. Autrement dit, il assurera un accord parfait, une harmonie artistique entre le but proposé et une série de moyens ingénieusement triés, ou mieux, créés par une féconde et patiente réflexion. Loustau-Chartez.

Science et Industrie, par M. Henry Le Chatelier, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences : In-18 jésus de 283 pages (*Bibliothèque de Philosophie Scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Dans ce livre excellent et nouveau, distinguons les divers ordres de considérations suivantes : 1° généralités méthodologiques sur les sciences, — 2° l'industrie, inspiratrice de la science, — 3° la science, source et base de l'industrie, — 4° au fil de la composition, exemples à l'appui des assertions soutenues, opinions pédagogiques, constatations personnelles, anecdotes appropriées, particularités biographiques et historiques, remarques d'un caractère technique sur les laboratoires d'usines et l'installation des grands ateliers, etc..., etc.

Essayons quelques commentaires sur les trois premiers points.

1° L'auteur discute : *a*) le concept de science qu'il déclare, non sans raison, peu ou mal défini; — *b*) la signification des lois naturelles et le déterminisme : il en donne une interprétation assez hardie; — *c*) les grands principes scientifiques, dont il emprunte les règles à Descartes, à Claude Bernard, et à l'ingénieur Taylor; — *d*) la procédure dans les recherches demandées à l'observation et les précautions conseillées dans les mesures expérimentales; — *e*) les moyens logiques de l'invention et de l'exposition des résultats, c'est-à-dire l'hypothèse et le raisonnement; — *f*) Si le savant se propose toujours la découverte de la vérité, il lui arrive souvent de manquer le but, sans s'en douter, soit qu'il passe au delà, soit qu'il reste en deçà, soit qu'il s'engage à côté. D'où

Digitized by Google

les inévitables erreurs de l'investigation, que M. Le Châtelier décrit dans leurs modalités.

2° Ici, comme en toute chose, la pratique, c'est-à-dire le besoin a devancé la théorie, c'est-à-dire le savoir pur et désintéressé. C'est que les exigences vitales de « nécessité l'ingénieuse », selon le mot des anciens, ont contraint les hommes à se montrer instinctivement *industrieux* avant de devenir délibéremment *industriels*. Dans l'ordre d'idées qui nous occupe, « primó vivere, deindè philosophari » se transpose ainsi : « primó operari, deindè speculari ». Mais cette poussée opérative, antérieure à toute critique spéculative, ne tarde pas à s'infléchir sur elle-même. Elle analyse bientôt les données scientifiques sur lesquelles elle se fonde, et qu'elle a mises en œuvre inconsciemment. De là un effort singulièrement fécond de cette industrie spontanée et première pour discuter la valeur secrète de ses démarches et de ses procédés empiriques; puis, son étonnement d'avoir fait de la science infuse, pour ainsi parler, de même que l'autre faisait jadis de la prose sans s'en apercevoir.

3° D'autre part, il est évident que l'industrie proprement dite, l'industrie élaborée et organisée à laquelle nous devons les facilités agréables et le confort merveilleux de la vie tant matérielle que spirituelle, la puissante industrie, orgueil légitime et gloire du génie humain, que cette belle industrie, dis-je, est issue de la science. Celle-ci non seulement lui a donné naissance, mais elle continue sans cesse à l'alimenter en lui fournissant chaque jour des possibilités d'applications de plus en plus inattendues et surprenantes par leur raffinement avantageux. Car la mission, jamais achevée, de l'industrie est d'utiliser la connaissance, c'est-à-dire de se servir de ce qu'on sait pour produire ce qu'on veut; d'où l'obligation de faire appel aux secours combinés des diverses sciences mathématiques et physico-chimiques. En quoi est bien mérité le titre d'*industrie savante*. Et cette dénomination se justifie d'autant mieux que, par un loyal retour de reconnaissance filiale, l'industrie, ainsi comprise, met largement à la disposition de sa mère, la science, les ressources précieuses de son incomparable habileté pour la construction de cet outillage de précision, appareils et instruments de plus en plus perfectionnés, dont les savants ont besoin, à chaque instant, dans leur minutieux travail d'épreuves et de vérifications expérimentales.

Puis donc que savoir entraîne pouvoir et que pouvoir implique savoir, leur interdépendance les fait fonction l'un de l'autre. C'est pourquoi M. Le Châtelier est autorisé par sa longue carrière à désirer, en terminant, et à prévoir l'institution prochaine d'une *science industrielle* de laquelle relèverait directement l'*art industriel*.

LOUSTAU-CHARTEZ.

Les Sciences géographiques, par Camille VALLAUX. In-8° de 413 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Le très important ouvrage que publie M. C. Vallaux démontre péremptoirement que la Géographie, telle qu'elle doit être comprise aujourd'hui, appartient plus au domaine scientifique qu'au domaine littéraire et qu'elle ne peut plus se borner à être purement descriptive. L'auteur nous donne en réalité une véritable Introduction à la Géographie physique et à la Géographie humaine. Nous n'en ferons pas ici une analyse et nous prions le lecteur de se reporter à la page 561 du présent numéro de la *Revue*, où M. Pasquet consacre un intéressant article au livre de M. Vallaux.

L. FT.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

A. Matagrin. — L'Industrie des produits chimiques et ses travailleurs. In-16 de 487 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Julien Pacotte. — La pensée mathématique contemporaine. In-16 de 200 pages (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

T. Laurin. — L'Ecole rurale et la profession agricole. In-16 de 236 pages. Bibliothèque d'éducation, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Henri Sée. — La France économique et sociale au XVIII[e] siècle. In-16 de 200 pages. (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Gaëtan Pirou. — Histoire des doctrines économiques en France. In-16 de 200 pages (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

G. Rabeau et *A. Laurens.* — Les submersibles. In-16 de 200 pages. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

P. de Rousiers. — Les grandes industries modernes. T. III : *Les Industries textiles*. In-18 de 300 pages. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Dr Saidman. — Les Rayons ultra-violets en thérapeutique. In-8° de 580 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Jollivet Castelot. — La révolution chimique et la transmutation des métaux. In-16 de 340 pages. Chacornac, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

J. Rouch. — Pour comprendre le ciel et l'atmosphère. In-16 de 350 pages avec 340 figures. Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Les Fastes de l'Agriculture, 1925. In-16 de 225 pages. Edition universelle illustrée, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

H. Georget. — L'automobiliste pratique. In-16 de 156 pages (*Bibliothèque des professions*). Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Fr. Wittels. — Freud, l'Homme, la Doctrine, l'Ecole. Tr. de l'allemand par Mlle Herbert. In-16 de 240 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Jacques Fischer. — L'amour et la morale. Essai d'interprétation physiologique de la pensée humaine. In-8° de 288 pages (*Bibliothèque scientifique*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Dr *Ferdinand Henrich.* — Les théories de la Chimie organique. Trad. de l'allemand par Marcel Thiers. In-8° de 645 pages (*Bibliothèque scientifique*), Payot, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Eug. Van Overloop. — L'Etude de notre Préhistoire. In-8° de 224 pages et 2 cartes. Hayez, éditeur, 112, rue de Louvain, Bruxelles. — Prix : 20 francs.

R. P. Martial de Salviac. — Les Oiseaux de l'Ethiopie et du Pays Galla. Merveilles de leur instinct. In-8° de 76 pages avec nombreuses illustrations. Publié par les Voix franciscaines, Toulouse. — Prix : 5 francs.

Marcel Poëte. — Comment Paris s'est formé. In-18 de 68 pages, avec nombreuses illustrations (*Collection : Pour connaître Paris*). Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Riz et rizieulture. — Périodique consacré aux questions rizicoles publié par l'Agence générale des Colonies et le Comité d'encouragement aux Recherches scientifiques coloniales. Section des riz. Vol. I, fasc. 1 et 2. In-8° de 111 et 117 pages avec illustrations. Secrétariat du Comité, 34, rue Hamelin, Paris.

Le Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 17 — 63e ANNÉE — 12 SEPTEMBRE 1925

DE LA STRUCTURE ET DE L'ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE VIVANTE

Les substances qui constituent les êtres vivants sont formées des mêmes corps simples ou éléments que les corps bruts ; mais ils y sont autrement combinés. De plus, leur assemblage est peu stable. Enfin, les êtres vivants se distinguent des corps bruts parce qu'ils naissent, s'accroissent, durent un certain temps seulement, très variable selon les espèces, puis déclinent et meurent.

Tout être ou élément organique ou vivant possède certaines substances qui ont été nommées *albuminoïdes* en raison de leurs grandes ressemblances avec l'albumine de l'œuf ; ou les appelle encore *protéiques* ou *colloïdes*, parce que, comme la colle, elles ne passent pas à travers les membranes animales. Les substances albuminoïdes sont les unes en solution (dans le lait, le sang) ; les autres sont solides, comme celle qui constitue la corne.

Les éléments qui entrent dans la composition des substances albuminoïdes sont essentiellement : 1° le *carbone* (50 à 55 %) ; 2° l'*hydrogène* (6 à 7 %) ; 3° l'*oxygène* (20 à 30 %) ; 4° le *soufre* (0,5 à 3 %). Souvent on y trouve du phosphore et constamment des traces de sels minéraux (calcium, magnésium, fer, etc.).

Pour acquérir quelques notions sur la matière vivante, il faut : 1° chercher d'où vient le jeune être et comment il est constitué ; 2° étudier son mode d'accroissement ; 3° examiner l'influence des facteurs externes sur les transformations des tissus et des organes ; 4° voir comment les organes préparent les produits qui seront éliminés ou ceux qui rentrent dans le sang ; 6° déterminer enfin la correspondance entre le développement de notre système nerveux et les excitations qui nous viennent du monde ambiant.

1° Origine des êtres vivants et cellules

Nous ignorons l'origine du premier ou des premiers êtres vivants. Jusqu'à présent, il a été impossible de fabriquer de la matière vivante. Si de temps en temps le bruit se répand qu'un surhomme a fait de la matière vivante ou changé un lapin en un tigre, il y en a qui se laissent prendre à ce mirage qui, de loin, simule de la science profonde, mais que le temps, l'implacable réalité ne sont pas longs à dissiper.

Tout être, toute matière vivante descendent d'une masse vivante antérieure. Nous devons donc nous borner à décrire la forme, la structure et les manifestations phénoménales des êtres actuels.

Nous prendrons pour type l'élément primitif d'où dérive un mammifère. La figure 386 représente l'ovule arrivé à maturité d'une chienne ; il mesure 0 mm. 137, et, le corpuscule qu'il contient (*noyau*) a 0 mm. 025.

On donne le nom de *protoplasma* à la substance qui compose l'ovule ; celui de *corps cellulaire* ou *cytoplasma* au protoplasma qui entoure le noyau. Le noyau (1) montre des particules figurées disposées en un réseau ou un peloton, et les mailles du réseau ou réticulum sont remplies d'un protoplasma transparent que nous appellerons *hyaloplasma nucléaire*. Le noyau est séparé du corps cellulaire par une membrane dite *nucléaire*. Le corps cellulaire ou cytoplasma (2) montre de nom-

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

breux grains d'où partent de courts prolongements. Grains et prolongements existent-ils sur l'ovule vivant ou sont-ils dus à l'action du réactif qui a fixé et conservé l'ovule ? Il est difficile de se prononcer sur ce point. Enfin, l'ovule est entouré d'une membrane d'enveloppe (3).

Les dimensions de l'ovule ne dépassent pas, chez

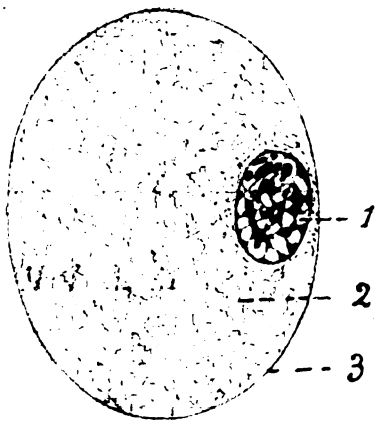


FIG. 386. — *Ovule mûr de Chienne.* — 1. Membrane périphérique ; 2. Protoplasma ou corps cellulaire ; 3. Noyau.

les petits mammifères, quelques centièmes de millimètre. Chez les grands mammifères, la taille de l'ovule varie entre 0 mm. 100 et 0 mm. 200.

Chez la vache et la truie, il atteint 0 mm. 195 ; celui de la chèvre est de 0 mm. 135 ; celui de la lapine est plus volumineux (0 mm. 180 à 0 mm. 200) et enfin l'ovule de la femme mesure 0 mm. 200 à 0 mm. 300.

Outre le cytoplasma proprement dit, les ovules

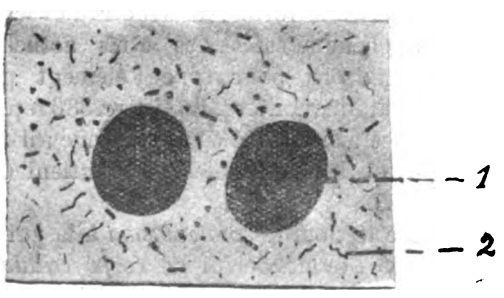


FIG. 387. — *Deux cellules d'une racine de fougère.* — 1. Noyau ; 2. mitochondries et chondriocontes (d'après Emberger).

contiennent des matières nutritives, d'autant plus abondantes que ses premiers développements doivent se faire sans qu'il reçoive des principes du dehors.

Ainsi la substance de l'ovule est composée de particules figurées et de portions fluides ou amorphes (*hyaloplasma*). On a distingué des corpuscules spéciaux : 1° dans l'ovule (*nucléole* ou noyau de l'ovule) ; 2° dans le corps cellulaire (*centrosome*, voir plus loin). Des particules figurées ou de l'hyaloplasma, quelles sont celles qui sont essentiellement vivantes ? Pour la plupart des histologistes, l'hyaloplasma est plus vivant que les parties figurées (*bioblastes* de certains). Pour ce qui est du noyau, on semble d'avis contraire. D'autre part, si l'on évite de mettre les cellules dans l'alcool et l'acide acétique, qu'on les fixe dans le formol par exemple, on peut apercevoir dans le corps cellulaire, après coloration conve-

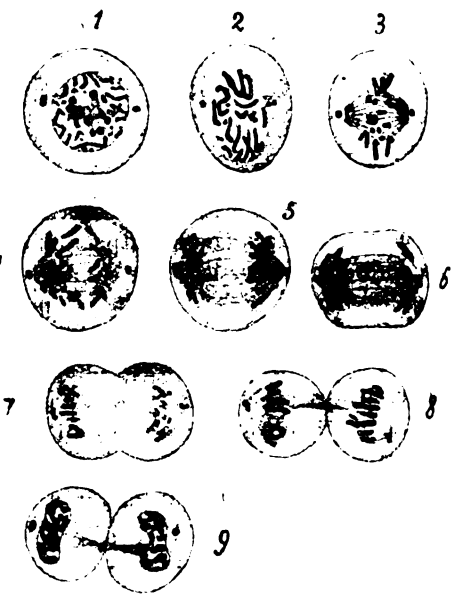


FIG. 388. — *Cytodiérèse mitosique, hématies* ou *globules rouges du sang* d'un *Embryon de Canard* (d'après Martin Heidenhain).

1) Hématies où le réseau ou peloton chromatique du noyau se fragmente en nombreuses anses chromatiques aux deux pôles (à droite et à gauche). le protoplasma contient un corpuscule, dit *centrosome* ;

2) La membrane nucléaire a disparu et le protoplasma du noyau se continue avec celui du corps cellulaire ; les anses chromatiques dirigent leur convexité vers l'équateur ;

3) Les anses chromatiques sont disposées à l'équateur et figurent une étoile ; le protoplasma jusqu'alors clair du noyau est devenu strié et représente un fuseau dont chaque extrémité correspond à l'un des centrosomes.

4) les anses chromatiques ont quitté l'équateur avec leur convexité tournée vers l'un ou l'autre centrosome ou pôle cellulaire ;

5 et 6) Les anses chromatiques figurent deux étoiles chromatiques, une à chaque extrémité du fuseau ;

7) Le corps cellulaire commence à se grouper en deux moitiés, chacune autour de l'un des noyaux fils ;

8 et 9) Le corps cellulaire est dédoublé, comme le noyau dont les anses chromatiques se sont mises bout à bout pour former un réseau ou un peloton.

nable, des grains, des filaments, tels que ceux qui sont représentés dans la figure 387. Ces grains

Digitized by Google

ou filaments allongés ont reçu des noms multiples (*bioblastes, mitochondries, chondriomites, chondriocontes, plastosomes, plastides*, etc., etc. On leur attribue un grand rôle dans l'élaboration des produits et même dans l'édification des tissus. C'est une question qui est encore à l'étude.

L'ovule est une cellule type. En se divisant, il produit toutes les cellules et tous les éléments organiques de l'être auquel il donne naissance. Ces cellules qui en proviennent continuent à posséder un noyau et un corps cellulaire ; mais le protoplasma de l'un et de l'autre présenteront une structure différente selon les tissus auquels appartiennent les cellules. Dans le tissu conjonctif (voir plus loin fig. 393), le noyau est entouré d'un protoplasma granuleux d'où partent des prolongements également granuleux entre lesquels le protoplasma est transparent (*hyaloplasma*). Dans les cellules cartilagineuses ou vésiculeuses, l'hyaloplasma est également abondant, et, il ne se transforme pas en fibrilles comme dans les cellules conjonctives. Les cellules cartilagineuses et osseuses s'entourent d'une membrane ou capsule.

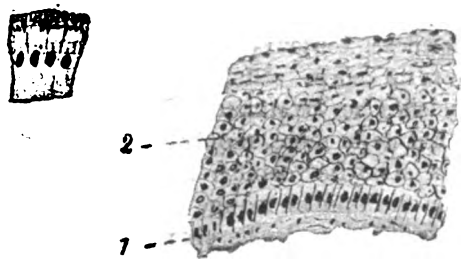


Fig. 389. — *Revêtement épithélial de la cavité buccale de la grenouille.*

Fig. 390. — *Revêtement épithélial de la muqueuse buccale de l'homme.* — 1. Assise profonde cylindrique ; 2. Couche moyenne.

II. — Multiplication ou division cellulaire

La matière vivante et les cellules en particulier ont une propriété qui fait défaut aux corps bruts : elles empruntent au monde extérieur certains éléments qui font partie de leur substance, laquelle est peu stable ; après s'être accrue, chaque cellule se partage en deux moitiés qui grandissent à leur tour, puis se divisent comme la cellule-mère et ainsi de suite. Sur les tissus fixés frais et colorés de façon appropriée, les particules figurées du noyau et du corps cellulaire présentent des dispositions spéciales, qui permettent de suivre toutes les phases de la division. L'exemple que nous décrirons d'après M. Heidenhaia est la multiplication des globules rouges ou hématies d'un embryon du canard. Dans la figure 388, les filaments du réseau ou peloton ont commencé à se résoudre ou couper en tronçons ou anses. On leur donne le nom d'anses *chromatiques* (*chroma*, couleur), parce que leur substance est très avide de matière colorante. Après leur sectionnement en travers, les anses se dédoublent en long, de sorte que leur diamètre diminue.

Ces anses vont se ranger à l'équateur de la cellule, la convexité de l'anse tournée vers le centre de cette dernière (3).

Les anses chromatiques figurent *une* étoile. Ensuite (fig. 388, 3), les anses s'orientent de telle sorte que la convexité de la moitié des anses regarde vers l'un des pôles du côté du centrosome, tandis que celle des autres anses se comporte de même par rapport à l'autre pôle. Le noyau figure une *double étoile* (fig. 388, 5 et 6). Les anses semblent avoir glissé le long des filaments disposés en fuseau dont les extrémités correspondent chacune à l'un des centrosomes. Lorsque la moitié des anses sont arrivées à chacun des pôles, le corps cellulaire s'étrangle (fig. 388, 7), puis se scinde en deux, chaque moitié se groupant autour du noyau correspondant (fig. 388, 8). Les anses se mettent ensuite bout à bout pour constituer le réseau ou le peloton de la cellule au repos (fig. 388, 9).

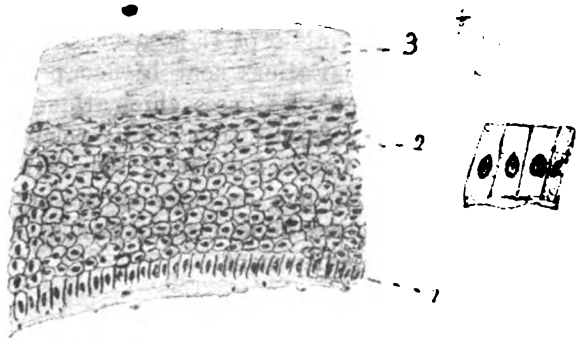


Fig. 391. — *Revêtement épithélial de la muqueuse buccale du bœuf.* — 1. Assise profonde cylindrique ; 2. Couche moyenne ; 3. Couche cornée.

Fig. 392. — *Epithélium simple de l'estomac.*

On a imaginé des termes multiples pour désigner ce mode de division. La meilleure désignation me semble être celle de *cytodiérèse* proposée par M. Henneguy (*diérèse*, séparation). On pourrait ajouter le qualificatif *mitosique* (*mitos*, fil) pour indiquer les mouvements et les changements que subit le filament chromatique. En effet, on connaît un autre mode de division cellulaire consistant en la séparation du corps cellulaire en deux, mais sans qu'il apparaisse les images décrites plus haut. En d'autres termes, il existe une *cytodiérèse amitosique*.

Des nombreuses hypothèses qu'on a émises sur les causes de la cytodiérèse ; ne retenons que le fait suivant : si l'on fait jeûner un animal, un

Digitized by Google

triton par exemple, puis qu'on lui serve de nombreuses larves, on déterminera dans son épiderme l'apparition de nombreuses mitoses.

Il semble, par suite, rationnel d'admettre que les matériaux nutritifs affluant dans le noyau distendent le réseau, le coupent en anses, refoulent ces dernières vers l'équateur puis vers les pôles. Comme la membrane nucléaire disparaît dès le début de la division, M. Henneguy a raison d'attribuer au protoplasma du corps cellulaire une part importante dans le processus.

Autre fait qui corrobore cette manière de voir: on n'a jamais aperçu d'images mitosiques dans l'épithélium des tubes urinaires, ni dans celui des glandes mammaires et cependant cet épithélium se renouvelle incessamment. Il se divise et se multiplie par conséquent; mais la division, ayant une courte durée, la substance chromatique n'a pas le temps de passer par toutes les phases figurant les images de la cytodiérèse mitosique.

Un dernier fait est à rapprocher des précédents : lorsque les cellules se divisent chez un animal normal, le nombre des anses chromatiques est *à peu près* le même; chez la salamandre, il est de vingt-quatre en moyenne; chez le lapin, il varie entre trente-six et quarante-six; chez l'homme entre vingt-deux et vingt-sept. Dans les conditions pathologiques, ces variations sont beaucoup plus prononcées et souvent, les anses chromatiques se disposent de façon à former trois étoiles polaires; d'où la naissance de trois cellules-filles. Plus l'afflux plasmatique est actif, plus les anses chromatiques deviennent nombreuses et leur séparation se fait d'autant moins régulièrement.

III. — Influence des facteurs externes sur la structure et l'évolution de l'épithélium.

La couche superficielle des téguments est constituée par des cellules épithéliales, juxtaposées les unes à côté des autres et souvent superposées.

Pour montrer les variations de structure qu'offre le revêtement épithélial des téguments, nous étudierons celui de la cavité buccale. Selon les influences physiques ou mécaniques qui s'exercent sur lui, il présente une épaisseur et une structure des plus diverses.

Chez la *grenouille*, les cellules épithéliales de la muqueuse buccale (fig. 389) sont hautes et leur extrémité libre est garnie de cils qui s'abaissent et se relèvent incessamment. Grâce à ces mouvements propres, les cils transportent vers le pharynx et l'œsophage, les insectes et les particules alimentaires et, comme ces derniers conduits sont revêtus des mêmes cellules à cils vibratiles, les aliments sont poussés jusque dans l'estomac.

Chez l'*homme*, le revêtement épithélial de la muqueuse buccale comprend une série d'assises cellulaires (fig. 390) : les profondes (1) sont cylindriques; les moyennes polyédriques (2), les superficielles, aplaties ou lamelleuses. Toutes les cellules de ces diverses assises sont pourvues d'un noyau. Les aliments peu durs ou cuits dont l'homme se nourrit semblent présider à cette évolution cellulaire.

L'épithélium de la muqueuse buccale du chien a la même constitution, si ce n'est que les cellules superficielles, toujours nucléées, commencent à posséder un corps cellulaire corné. Les cellules superficielles se *kératinisent*. Le veau, tant qu'il boit le lait de la mère, montre un épithélium pavimenteux stratifié, comme l'homme. A partir de l'époque où l'animal mange de l'herbe, les cellules de la couche superficielle changent de caractères : leur noyau se résorbe et disparaît et le corps cellulaire se kératinise (fig 391 en 3). Ce qui démontre que ces modifications sont dues à l'action mécanique, c'est que les portions de gencive qui sont situées entre les dents (*ponts gingivaux interdentaires*) continuent, même chez le bœuf adulte, à être composées d'un revêtement épithélial à éléments nucléés et sans couche cornée; les ponts gingivaux sont protégés contre l'action mécanique

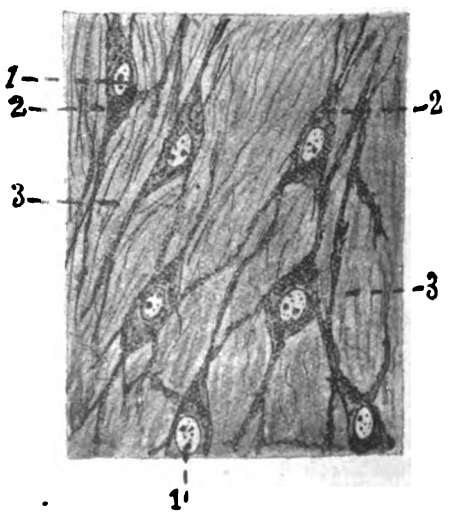


Fig. 393. — *Tissu conjonctif.* — 1. Noyau entouré de protoplasma granuleux (2, *chromophile*) dont les prolongements se ramifient et s'anastomosent pour former des mailles contenant des fibrilles conjonctives ou collagènes (3,3).

par la rencontre des parties contiguës de la couronne des dents.

Chez les ruminants ce revêtement corné se poursuit jusque dans les poches de l'estomac qui ne

Digitized by Google

servent que de réservoirs aux aliments non triturés encore.

A partir de l'estomac et, celui-ci y compris, chez tous les animaux, les segments du tube digestif ne sont plus tapissés que d'une assise de cellules cylindriques (fig. 392), correspondant à l'assise profonde de l'épithélium buccal.

IV. — Influence du facteur mécanique sur les tissus de soutien

Les tissus qui constituent la trame de soutien ou les pièces squelettiques ont une consistance et une structure des plus variables. Le tissu conjonctif qui enveloppe les organes et dont les travées pénètrent dans l'intervalle des éléments glandulaires ou musculaires, par exemple, montre les parties suivantes (fig. 393) : 1° des cellules formées d'un noyau (1) et d'un protoplasma granuleux ou chromophile (2) dont les prolongements, également granuleux et chromophiles se ramifient et s'anastomosent avec ceux des cellules voisines pour former un réseau contenant des faisceaux de fibrilles parallèles ou enchevêtrées (3) (*fibrilles conjonctives* ou *collagènes*, parce qu'elles donnent de la colle par la coction).

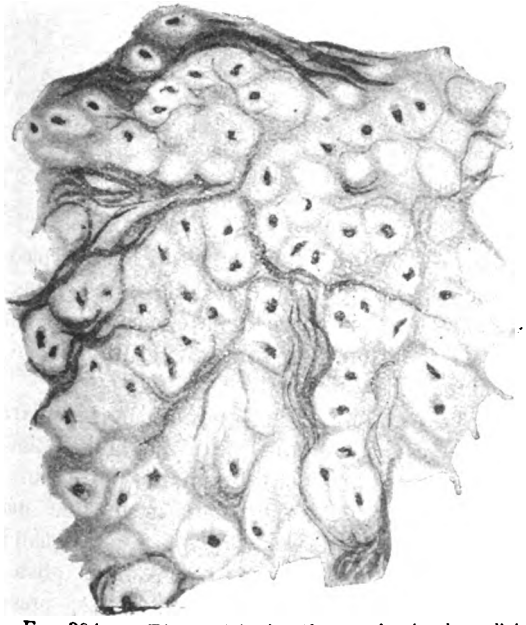


Fig. 394. — *Tissu vésiculo-fibreux du tendon d'Achille de la grenouille.* — Les cellules ont un protoplasma clair et la trame qui les entoure et les contient montre des fibrilles conjonctives denses (fibreuse).

Dans les tendons et les ligaments, les fibrilles collagènes sont toutes parallèles entre elles et leur grand axe est dirigé dans le sens de la traction ; les noyaux et le protoplasma granuleux qui les entoure sont aplatis entre les faisceaux de fibrilles collagènes et sont disposées en séries linéaires entre ces derniers.

Dans le tendon d'Achille de la grenouille (voir plus loin), les noyaux et le protoplasma qui les entoure sont disposés en amas arrondis ou irréguliers. Les cellules ont pris la forme de petites masses à protoplasma clair et chacune figure une vésicule (fig. 394). Entre les cellules et surtout entre les groupes de plusieurs cellules existent des traînées de tissu conjonctif ou collogène très dense.

Dans certaines pièces squelettiques (à la surface des extrémités articulaires, cartilage costal, ailes du nez), se trouve un tissu résistant, mais élastique et facile à couper, c'est le *cartilage dit hyalin.* Il se compose de cellules arrondies ou ovoïdes entourées chacune d'une capsule à double contour (fig. 395,). Les cellules sont réunies entre elles par une masse amorphe (2) homogène, transparente comme du verre ; d'où le nom de *cartilage hyalin.*

Les vertèbres sont séparées les unes des autres

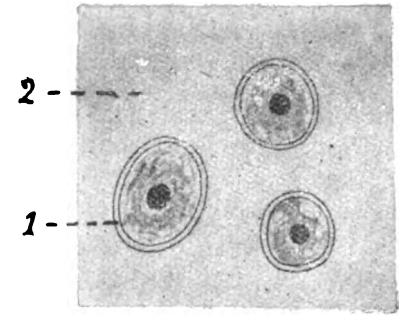


Fig. 395. — *Cartilage hyalin.* —1 Cellules entourées d'une capsule à double contour ; 2. Substance intercellulaire hyaline.

et, en même temps réunies entre elles, par des organes ou *disques intervertébraux* possédant encore des cellules cartilagineuses encapsulées (fig 396), mais la substance intercellulaire est constituée, non plus par une masse hyaline, mais par des faisceaux de fibrilles collogènes (fig. 396). C'est là un exemple de *fibrocartilage* ou *cartilage fibreux.* Les *os,* parties les plus solides du squelette, sont encore composés de cellules et de substance intercellulaire (fig. 397) : les cellules ont un petit noyau entouré d'un protoplasma peu granuleux (1). Ces cellules sont limitées par une capsule (1') d'où partent de nombreux prolongements qui se ramifient et forment, en s'anastomosant avec les prolongements homologues des cellules voisines, un fin réseau ou réticulum (2). Les mailles du réticulum contiennent une masse amorphe chargée de sels calcaires.

Les diverses variétés ou espèces de tissus de

Digitized by Google

soutien que nous venons de décrire ne sont pas *les mêmes* dans les organes qui sont reconnus *les mêmes* d'un animal à l'autre. La sclérotique de l'homme et des mammifères est *fibreuse*; elle est *osseuse* dans les oiseaux et les reptiles; elle est *cartilagineuse* chez la grenouille. Les vertèbres sont cartilagineuses chez la raie et le requin; elles sont le plus souvent osseuses chez les autres Vértébrés.

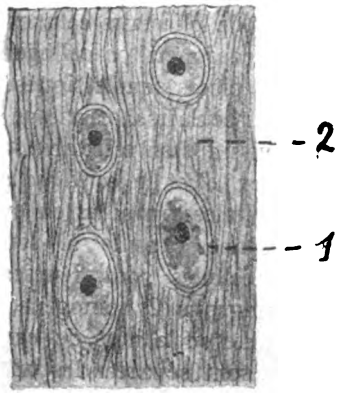


Fig. 396. — *Cartilage fibreux.* — 1. Cellules encapsulées; 2. Substance intercellulaire fibreuse.

Les tendons sont fibreux, mais dans certains d'entre eux, on voit apparaître des nodules ou *sésamoïdes* cartilagineux ou osseux. On admet généralement, pour expliquer ces changements, que le tissu cartilagineux ou osseux se *substitue* au tissu fibreux comme on a invoqué pendant des siècles la substitution d'une espèce animale à l'autre pour interpréter les variations des faunes qui se sont succédé à la surface du globe.

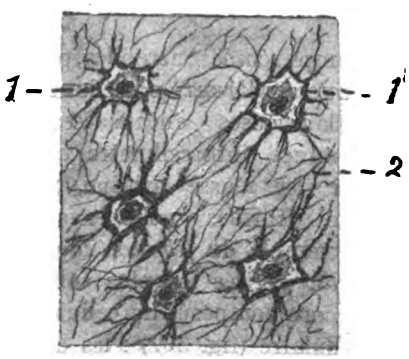


Fig. 397. — *Tissu osseux.* — 1. Cellule osseuse avec une capsule (1) ramifiée (réticulée); 2. Masse amorphe et calcifiée contenue dans les mailles du réticulum.

Jusqu'aujourd'hui, on n'a pas réussi par l'expérimentation à opérer ces changements ou transformations. Nos moyens d'action sont bornés et nos expériences n'ont pas une durée suffisante. La nature a une puissance et une action séculaire dont les effets sont décisifs. L'observation la plus élémentaire nous apprend que les animaux ont des habitudes, des mœurs différentes. Ils se servent des organes, reconnus les mêmes, ou *homologues*, pour des emplois variables. Il suffira donc de mettre en regard : 1° la structure de ces organes homologues; 2° leur fonctionnement différent, pour être à même de déterminer l'influence des facteurs différents sur la constitution et la structure du même organe.

Chez les mammifères et l'homme, les muscles du mollet se continuent avec une corde tendineuse (*tendon d'Achille*) qui se termine en s'attachant à l'extrémité postérieure de l'os du pied (le calcanéum). Le tendon d'Achille glisse dans un tissu mou, ou atmosphère lâche, et ne fait que transmettre la traction. Il a une structure *fibreuse ou tendineuse.*

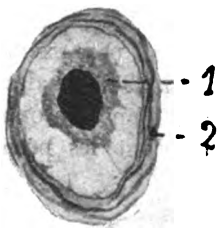


Fig. 398. — *Cellule vésiculeuse du sésamoïde* du plantaire grêle de Chien (à un fort grossissement). 1. Protoplasma granuleux et réticulé entourant le noyau; 2. Trame intercellulaire.

Chez la grenouille, le tendon d'Achille, arrivé au niveau du calcanéum, ne s'y attache point; il se recourbe et glisse sur la partie postérieure du calcanéum pour se continuer avec une masse cibreuse (aponévrose plantaire). Aussi, quand la grenouille saute, le tendon d'Achille glisse-t-il et frotte-t-il sur le calcanéum. Cette pression ou frottement, qui se surajoute à la traction, provoque en ce point le développement d'un tissu plus résistant, plus dur, un nodule ou sésamoïde *vésiculo-fibreux* (fig. 394). Il ne s'agit pas de *substitution* d'un tissu à un autre; il y a transformation sous l'influence d'un nouveau facteur mécanique (pression), qui s'ajoute à la traction.

Autre exemple que nous empruntons aux mammifères. Un petit muscle, dit *plantaire grêle* qui naît de l'os de la cuisse ou fémur, descend le long de la jambe, et se confond chez l'*homme* avec le tendon d'Achille pour s'attacher avec ce dernier au calcanéum. Le tendon du plantaire grêle demeure chez l'homme, toujours fibreux. Il se comporte autrement chez le *chien* et le *lapin* : au lieu de se fusion-

Digitized by Google

ner avec le tendon d'Achille et se terminer au calcanéum, il reste indépendant, et, arrivé au niveau du calcanéum, il continue son chemin tout en glissant sur une petite surface en gouttière du

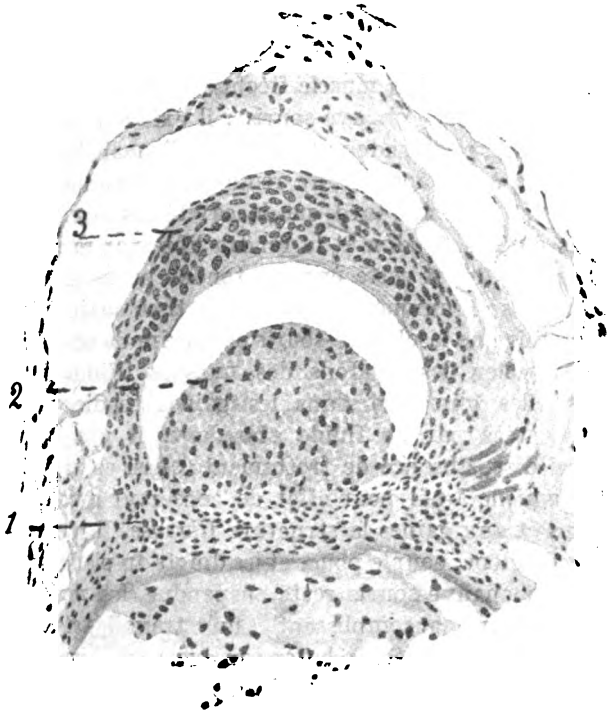


Fig. 399 — *Coupe en travers d'un orteil d'embryon de chauve-souris.*

1. Face concave d'une phalange ; 2. Tendon encore adhérent à la phalange ; 3. Gaine fibreuse séparée par une cavité d'avec la face convexe du tendon.

calcanéum. Or, sur toute l'étendue où le tendon est en rapport avec le calcanéum, il subit une pression ou des frottements, et, en cette région, le tendon montre un sésamoïde constitué par le même tissu vésiculo-fibreux (fig 398) que le tendon d'Achille de la grenouille.

Les résultats sont donc identiques : la *traction produit des cordes tendineuses ;* la *pression et les frottements développent un tissu vésiculo-fibreux.*

Dans une seule et même espèce animale, le même organe varie de structure selon le travail qu'il exécute. L'exemple suivant, emprunté à l'homme, est démonstratif. Le *muscle long péronier latéral*, naît de l'os externe de la jambe ou *péroné*. Vers le pied, il se continue par un tendon qui se réfléchit sur le bord externe du tarse, puis s'engage dans une gouttière osseuse de la plante du pied pour finalement s'attacher à l'os qui supporte le premier ou gros orteil. Dans la gouttière osseuse (cuboïde) où glisse le tendon réfléchi du plantaire grêle, il présente toujours un renflement ou sésamoïde. Les anatomistes, qui se bornent à l'examen fait à l'œil nu, parlent de sésamoïde *osseux*, mais jamais histologiste n'a pu y constater la présence de cellules osseuses ; tous les histologistes sont d'accord pour conclure à l'existence d'un sésamoïde *vésiculo-fibreux* dans le tendon du long péronier latéral. Sur les nombreux sésamoïdes du long péronier latéral que j'ai étudiés, je n'ai pu, pendant longtemps, que confirmer les résultats de mes devanciers. Pendant la dernière guerre, il m'a été donné d'y observer un sésamoïde osseux. Il s'agissait d'un homme de 81 ans qui, durant un demi-siècle, avait exercé le métier de *fileur de coton*. En d'autres termes, cet homme s'était servi de ses membres postérieurs, non seulement pour se tenir debout et marcher, mais pour leur faire faire un travail mécanique assez fatigant. Or, chez cet individu, les sésamoïdes *vésiculo-fibreux* que possède l'homme, s'étaient ainsi transformés en sésamoïdes *osseux*.

Le chimpanzé, l'orang-outang qui grimpent aux arbres, mais sans faire de larges bonds, ont dans le tendon du long péronier latéral, un sésamoïde vésiculo-fibreux comme l'homme.

Les autres singes qui se servent de leurs membres abdominaux comme de mains pour grimper et

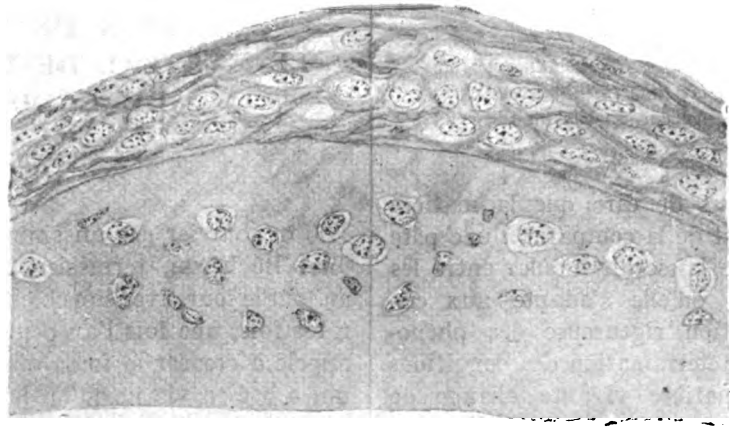


Fig. 400. — *Tissu vésiculo-fibreux d'un tendon du pied de chauve-souris.*

Digitized by Google

sauter d'une branche à l'autre, possèdent déjà à la naissance, dans ce tendon, un sésamoïde *cartilagineux* qui ne tarde pas à s'ossifier chez l'adulte.

Plus les excitations mécaniques (pression) sont intenses, plus elles se répètent, plus vite et plus constamment le tissu tendineux se transforme en tissus d'abord *vésiculo-fibreux*, puis *cartilagineux* et enfin *osseux*.

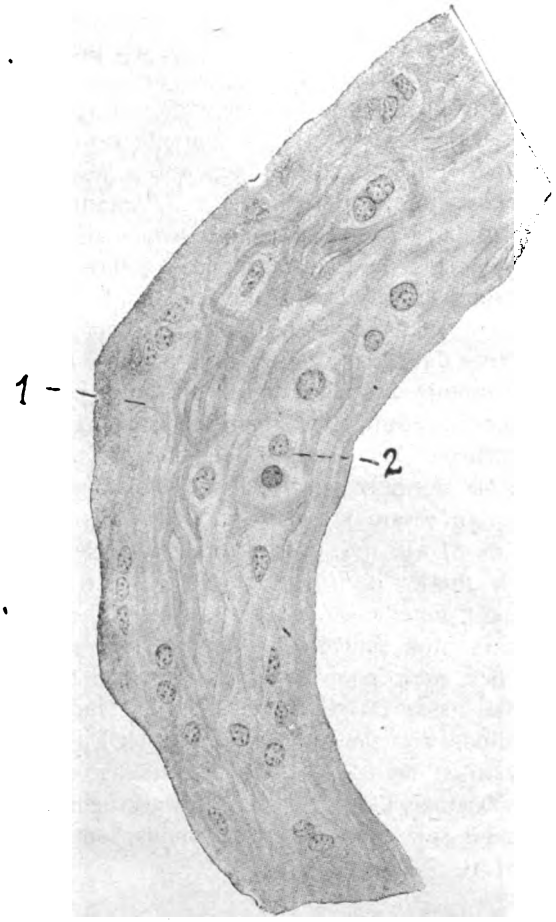


Fig. 401. — *Portion de la gaine fibreuse du pouce de l'aile d'une chauve-souris adulte (miniopteris Schreibersii).* — 1. Faisceaux conjonctifs ou fibreux; 2. Cellule vésiculeuse.

Il ne suffit donc pas de dire que la matière vivante est malléable et de la comparer à une pâte ou à de l'argile qui se laisserait mouler entre les doigts, pour conclure qu'elle s'adapte aux circonstances. L'observation rigoureuse des phénomènes évolutifs et la détermination des conditions démontrent que la matière vivante change de structure et se transforme selon le degré d'excitation auquel elle est soumise. Ce résultat est si important que je ne crains pas de citer encore un exemple. Après avoir volé, les chauves-souris se reposent : à cet effet, elles dirigent leurs doigts du pied en arrière et se suspendent à la voûte de leur souterrain en s'accrochant par ces doigts. La griffe du pouce de leurs membres antérieurs semble également leur servir dans certaines occasions au même usage.

Les tendons des muscles qui fléchissent les doigts allongés et réunis par une membrane glissent dans une coulisse ou gaine tendineuse, de même que ceux du pouce ou des pieds. La figure 399 représente le tendon (2) d'un muscle fléchisseur du pied chez un embryon de chauve-souris : il existe déjà une cavité entre le tendon et la gaine (3), mais le tendon est, à cet âge, encore réuni à la phalange (1). Ce n'est que plus tard que la cavité entourera de tous côtés le tendon et le rendra libre par rapport au squelette. A cette époque, tendon et gaine tendineuse sont uniquement formés de tissu conjonctif. Une fois que la chauve-souris se servira de ses ailes pour voler, les tendons des muscles fléchisseurs des ailes glisseront dans les gaines tendineuses, humectées par un fluide abondant. Il y a pour ainsi dire, absence de frottement; aussi ce travail *dynamique* a-t-il pour effet de conserver aux tendons et aux gaines la structure *fibreuse*. Il n'en va pas de même pour le pouce et les doigts du pied : lorsque la chauve-souris reste suspendue, les muscles fléchisseurs accomplissent un travail *statique* dans les doigts fléchis, le tendon exerce une *pression* sur la gaine et *vice versa* ; cette pression transforme les portions superficielles de ces organes en tissu *vésiculo-fibreux* (fig. 400 et 401).

(A suivre.) E. Retterer.

UNE HISTOIRE DE SOURCIER

SOUVENIR DE VACANCES
LE MYSTÈRE DE LA BAGUETTE DE COUDRIER

Mon sourcier est un simple, un sage devrais-je dire. Bûcheron, terrassier, fossoyeur, il vit seul, au jour le jour, avec son chien au poil rude. Quelques rares fois, une fois l'an peut-être (et encore) il est appelé à creuser la fosse d'un vieillard du village, qui a usé sa vie jusqu'au bout. On meurt si rarement dans ce pays, et d'une si bonne mort, que ses fonctions de fossoyeur ne le rendent pas antipathique et comme, en plus de son art de découvrir les sources, il récolte les simples qui guérissent les plaies envenimées, il a su inspirer autour de lui une sorte de sympathie superstitieuse.

Il connaît admirablement les bois et les mœurs des

Digitized by Google

animaux qui les fréquentent, il connaît aussi très bien les plantes et se moque de la botanique.

Les plantes ont pour lui une valeur utilitaire et c'est une des manières dont il envisage cette valeur, qui a fait de lui un sourcier.

Son enfance, sa jeunesse et la plus grande partie de sa vie, plus d'un demi-siècle, notre homme les a vécues dans la solitude des Causses du Quercy. Se sentant vieillir, il s'est rapproché du village qui domine la vallée fertile où doucement coule une large rivière. Il faut connaître les Causses, il faut avoir vécu dans ces déserts rocailleux, pour savoir l'attirance d'une source et la soif de l'eau. Découvrir une source dans ces régions, c'est découvrir un centre de vie.

On comprend très bien comment s'est faite l'éducation de notre sourcier. Berger tout enfant, il se fiait au flair de ses bêtes qui savent découvrir les eaux stagnantes aux creux de quelques rochers ; mais survienne une période de sécheresse et les creux des rochers sont taris ; au loin dans une « Combe » est une petite fontaine autour de laquelle se sont groupées quelques maisons, mais il y a si loin des maigres pacages à cette fontaine ! Les bêtes hument l'air sans résultat et le chien du troupeau, la gueule ouverte, la langue pendante, n'a pu satisfaire sa soif, malgré son odorat subtile. Cependant, le berger sait que dans cette région vivent très bien des animaux sauvages pour qui l'eau est aussi nécessaire qu'à son troupeau, et le soir au clair de lune il a rusé patiemment sur la piste des bêtes de nuit et il a découvert des sources insoupçonnées.

Mais ne pourrait-il lui aussi, comme les bêtes, trouver des sources?

Il n'a pas le flair des animaux, mais il est un observateur attentif et patient. Un jour qu'à pleine bouche il buvait au creux qu'il avait façonné dans le ruisselet d'une de ses découvertes, il remarqua sur le bord et aux alentours toute une végétation de plantes qu'il ne se souvenait d'avoir vues qu'auprès des fontaines du village. Ces plantes assez variées de forme et de dimensions devinrent pour lui des *plantes sourcières*. Il en retint dans sa mémoire les détails les plus précis et il put par la suite gratter le sol où il trouvait « les sourcières » et mettre à jour l'eau qui les fait vivre. Il était devenu un sourcier, un petit sourcier bien simple, bien modeste, qui gardait pour lui ses secrets. Par la suite, il reconnut que certaines terres étaient plus propices à l'apparition des sources et il devint ainsi une sorte de géologue.

Mais ce qui domine en lui c'est le sens de l'observation de la vie des bêtes et des plantes. L'ayant rencontré au cours d'une chasse au bois, il m'en donna une preuve remarquable. Nous étions au bord d'un chemin couvert d'herbes rases où des mousserons avaient poussé en « rond de sorcières » selon l'expression des mycologues ; je lui montrai les champignons alignés suivant des courbes qui parfois dessinent ainsi de véritables cercles. « Vos sorcières, me dit-il, les connaissez-vous? » Je dus avouer mon ignorance. Je vais vous les montrer ajouta-t-il en s'avançant à l'orée du bois : regardez, ce sont de petits rats. Je vis en effet dans une éteule les ronds véritables, que parfois, dessinent les campagnols, en creusant leurs tunnels près de la surface du sol qui se bossèle et s'effrite. Mon homme n'aurait-il pas raison dans une certaine mesure? Je sais que les biologistes soutiennent que les champignons naissent seulement sur le pourtour du réseau plus ou moins étendu que le mycelium nourricier étale sous le sol. Que les campagnols mangent ou non les champignons, ils doivent au cours de leurs randonnées en surface et sous terre, entraîner dans leurs galeries les germes utiles au développement du mycelium. Ces animaux apportent en outre dans leurs souterrains des graines, des épis, des feuilles qui, dans les endroits frais sous les mottes herbeuses et à l'abri de la lumière, constituent un milieu nutritif éminemment favorable aux champignonnières. L'industrie humaine fait-elle mieux, dans les caves et dans les carrières? Je vous dis que mon sourcier possède un sens d'observation enviable.

Autrefois certes, il lui est souvent arrivé de susciter l'envie et la jalousie par la précision de ses remarques, en quelque sorte divinatoires, sur les plantes, les bêtes et les gens.

Aujourd'hui il inspire une sorte de respect.

Autrefois, il lui manquait quelque chose qui frappe l'esprit des foules, quelque chose qu'elles ne puissent comprendre et qui leur en impose. « Un rien suffit, me dit-il un jour que nous causions en rentrant au village, vous allez voir ». A ce moment le chien d'une ferme située au bord de la route, nous invitait à nous éloigner par des aboiements intensifs et proches. Mon homme ramassa une assez longue paille de blé qui traînait au bord du fossé, la prit horizontalement entre le pouce et l'index de la main droite et, le bras tendu, s'avança courbé, vers l'animal. Effrayé par cette chose étrange qui lui était présentée, le chien s'enfuit à toutes jambes ; mais ses aboiements redoublèrent au loin. « Vous voyez bien, répéta notre homme, qu'un rien suffit pour déconcerter des animaux intelligents. J'étais, avant de connaître la baguette de coudrier, un campagnard comme les autres, qui donnait son avis dans la recherche des sources, qui réussissait mieux que les autres à les trouver, mais je ne suis devenu un sourcier que du jour ou j'ai su faire tourner la baguette. Le chien que j'ai

Digitized by Google

effrayé avec un brin de paille me reconnaîtra toujours et si je marche courbé vers lui, avec ou sans un brin de paille, il s'enfuira. Si je découvrais une source sans la baguette de coudrier, ma découverte ne vaudrait rien, personne ne voudrait creuser la terre. » Ne pensez-vous pas que j'avais raison de dire que cet homme est un philosophe.

M'apprendra-t-il à faire tourner la baguette? « J'ai mis beaucoup de temps à apprendre tout seul, m'a-t-il avoué, je sais que si cela vous intéresse vous réussirez mais je ne puis rien vous dire de plus ». Je me permis cependant d'insister : « Pourquoi dites vous que je réussirai? » Sa réponse m'étonna beaucoup : « Parce que j'ai vu les lignes de vos mains. » Je ne pus en tirer davantage et à grandes enjambées il s'en fut.

Serait-il chiromancien et les lignes de mes mains que je ne lui ai jamais présentées à étudier, mais qu'il a pu regarder sans que je m'en doute, lui ont elles révélé que j'ai l'âme d'un sourcier ou d'un sorcier? Cependant je me suis toujours efforcé de ne pas laisser embuer mon cerveau par des suggestions extraordinaires, et le fait que je me suis donné la peine d'écrire cette histoire prouvera que je m'attache surtout à la clarté et à la précision des idées qu'éveillent en nous certaines observations.

Je sais que mon sourcier n'est pas un chiromancien, mais il sait que la chiromancie existe et il a employé à dessein le mot « lignes » de mes mains, au lieu de « forme » ou conformation » de mes mains. Et je dis qu'il a employé à dessein le mot « lignes », pour frapper mon imagination, pour me dérouter, car il n'aime pas les intrus dans son domaine. Peut-être a-t-il foi malgré tout dans la vertu de sa baguette, peut-être a-t-il été pris à son propre piège, sans le savoir.

Pourquoi beaucoup de gens, beaucoup de vieilles gens surtout, entourent-elles toujours leur science de la vie d'une auréole de mystère? Ne serait-ce point parce qu'elles ont acquis bien peu de science qu'elles l'auréolent ainsi? La science est faite de clarté, elle aime la lumière et gagne à se montrer toute nue.

Pourquoi cet homme, dont j'ai pénétré la plupart des secrets de sa vie simple et honnête, cherche-t-il à m'entraîner vers une fausse piste lorsqu'il s'agit, « de ce rien qui suffit pour en imposer » ? Pourtant, devant moi, c'est bien ainsi qu'il a qualifié sa baguette. J'ai eu tort de blâmer mon sourcier du manque de confiance qu'il me témoignait, car je l'ai blâmé. Je sais actuellement qu'il croit lui-même que sa baguette a quelque chose de mystérieux parce qu'il ne s'explique pas très bien pourquoi elle tourne et ne veut pas avouer son ignorance. Il m'a dit tout ce qu'il savait, il ne savait pas davantage.

La baguette de coudrier n'est pas une baguette comme son appellation pourrait le faire supposer, mais une fourche avec un manche très court. Elle a la forme d'un Y, comme les arêtes que l'on trouve dans les masses musculaires de certains poissons. Souvent le manche est presque inexistant, au point qu'en Provence on appelle l'instrument « un arc de sourcier ». C'est l'expression qui a été employée par le Professeur Sicard dans sa leçon inaugurale, à la Faculté de Médecine de Paris.

Les sourciers choisissent, sur les arbustes, des fourches aussi correctes que possible, cependant il est bien rare que l'une des branches ne soit pas un peu plus grosse que sa jumelle. Le bois ne doit pas être « cassant » mais assez souple ; certaines espèces d'arbrisseaux sont preférées pour cette raison. La grosseur habituelle des branches est celle d'un gros porte-plume. Certains sourciers vous diront que le bois doit être coupé à certaines périodes de l'année, qu'il doit subir des préparations multiples, subir l'action de la lune, du feu, de l'eau,... que sais-je encore?

La seule chose qui importe, c'est qu'il ne se casse pas dans la main du sourcier au cours de ses manœuvres. Songez à la catastrophe qui adviendrait, si, au moment de l'épreuve, la baguette venait à se rompre, mettant ainsi en évidence le jeu des muscles d'un homme apparemment impassible, et, qui très sérieusement vous affirme ne pouvoir résister à l'étrange puissance de ce morceau de bois, virant malgré lui dans ses mains.

Pour bien comprendre tout le jeu, il faut d'abord nous rendre compte de la manière dont le sourcier tient sa fourche. Or, ce n'est point par le manche qu'il la maintient mais par l'extrémité des cornes; encore y a-t-il un mode particulier de saisir l'extrémité des cornes et qui facilite beaucoup la puissance giratoire de ces verges fourchues.

Il y a trois manières habituelles de tendre la main ouverte ; on peut difficilement les classer dans un ordre de priorité, dépendant de la fréquence nécessaire du geste suivant le genre de vie ou le tempérament de chacun. Il y aurait tellement à écrire sur la manière de tendre la main que nous dirons simplement, pour ne pas nous écarter de notre sujet, que l'on tend la main, par exemple dans le geste de la présenter pour l'étreinte à celle d'un ami, ensuite, mais d'une manière différente, dans le geste de paix ou de prédication ; enfin dans celui de prier ou de recevoir.

Etudions plus spécialement cette dernière attitude, celle de la supination. Tendez vos deux mains ouvertes, dans le geste de solliciter une obole, les deux paumes tournées vers le ciel, les avant-bras horizontaux les coudes au corps. C'est presque

Digitized by Google

dans cette attitude que le sourcier va saisir sa baguette à pleines mains. Je dis *presque dans cette attitude* car celle-ci est trop simple, trop naturelle si j'ose dire ; elle ne demande pas, du fait de la conformation de nos membres supérieurs, la mise en tension très spéciale de nombreux groupes musculaires. Essayez de forcer au maximum votre supination, de tordre autant que vous le pourrez vos poignets dans ce sens, efforcez-vous de rester ainsi figé et vous me direz s'il est possible d'imaginer une attitude plus incommode, plus pénible, et qui exige la mise en tension d'un plus grand nombre de groupes musculaires. Or, c'est précisément ainsi que le sourcier tient sa fourche, la queue en l'air, les deux cornes maintenues à pleines mains et il faut qu'il en soit ainsi pour que la baguette tourne. Il faut une supination forcée pour que l'orientation des mains puisse s'adapter à peu près à l'angle de direction des branches qui ont leur pointe en bas. Cette adaptation est imparfaite par suite de la limitation, de la rotation du poignet en supination, aussi les pointes de la fourche sont-elles légèrement incurvées dans les mains qui les fléchissent un peu, en se fermant.

Ici encore il y a la manière de fermer la main, de serrer la baguette qui importe. Si vous êtes resté dans l'attitude de la supination, fermez vos mains, non pas en incrustant vos ongles dans la paume, mais les deux dernières phalanges et le pouce restant entièrement allongés, ensuite rapprochez vos deux poings et vous verrez que la ligne des onces de vos doigts, forme un angle dont l'extrémité se dirige vers le creux de l'estomac. Or, cet angle est plus ou moins aigu suivant la conformation particulière des mains de chacune.

Voilà certainement le fait que visait mon sourcier lorsqu'il parlait des lignes de mes mains. Plus cet angle est aigu, plus il est facile de faire tourner la baguette. Pour tenir celle-ci correctement, non seulement la supination forcée s'impose, mais encore l'extension forcée en dehors, l'abduction forcée du poing de manière à faire disparaître le plus possible l'angle de la ligne des onces.

Toutes ces attitudes forcées semblent avoir pour but d'imposer le moins de déformation possible aux formes des branches de la fourche, mais il résulte aussi de l'antagonisme des jeux des divers groupes musculaires, que vraiment le sourcier doit faire de véritables efforts pour que sa baguette ne tourne pas. En effet, la fourche peut être comparée à un levier, relativement très long, que l'on manœuvrerait par le bras le plus court ; une force agissant sur celui-ci donnera un déplacement considérable du bras le plus long, alors même que la mise en jeu de cette force puisse passer inaperçue. C'est ce qui arrive lorsqu'appuyant avec le pied sur les dents d'un rateau on s'expose à recevoir le manche en pleine figure. Relativement à l'amplitude de la réaction du manche, le mouvement du pied (je ne dis pas l'effort) est insignifiant, et peut passer inaperçu. Les pointes infléchies des cornes de la fourche tenues dans la main jouent le rôle des dents du rateau ; le point d'appui se localise au point de flexion, sur le bord cubital de la main, sous le petit doigt ; l'orientation de la rotation est imposée par la direction de l'angle des onces sur lequel j'ai insisté et qui tend à se reformer plus aigu lorsqu'on ferme fortement les doigts.

Il n'y a donc là aucun mystère et avec des mouvements insignifiants, vraiment imperceptibles on peut faire tourner la baguette n'importe où. Il y a eu lieu de tenir compte en outre, de ce fait que les fibres du bois qui longent les branches dans la partie interne de l'angle de la fourche doivent être plus courtes que celles qui longent la partie externe ; par suite, dans l'acte de la flexion des pointes dans la main, la tension inégale des parties externes et internes doit favoriser le mouvement.

Je ne crois pas qu'il soit entré dans l'esprit de quiconque, aussi peu avisé soit-il, que la baguette tourne par sa propre vertu. Un morceau de bois, vert ou sec, est un morceau de bois, et qui resterait tel, une fois détaché du tronc d'arbre, si la main de l'homme dans le cas particulier, n'intervenait pour le rendre intéressant. Aussi bien ce n'est pas l'essence du bois qui importe surtout, et tel sourcier réputé fera baguette de tout bois. La baguette est un instrument banal, celui qui la manie est l'artiste inspiré qui lui fait traduire sa pensée en un geste.

Admettons que j'ai parfaitement expliqué le mécanisme de la rotation de la fourche, aurai-je élucidé pour cela la mentalité du sourcier? Il est possible, par le jeu de certains groupes musculaires, de faire tourner en n'importe quel lieu des verges flexibles, mais pour un observateur attentif le jeu des muscles est facilement visible, il n'y a rien là de surprenant. Entre les mains du sourcier, les mouvements de la fourche présentent un caractère de spontanéité qui en impose. J'avoue qu'il est à peu près impossible de voir, même en étant prévenu, le jeu des groupes musculaires qui impriment la rotation.

Sorcellerie me direz-vous? Je répondrai, observation insuffisante. Quand j'eus découvert une explication satisfaisante, pour mon esprit, de la rotation de la baguette et après en avoir fait tourner plusieurs, où et quand je voulais, je me rendis auprès de mon sourcier pour lui donner une démons-

Digitized by Google

tration de ma science. Il m'écouta avec intérêt ou patience, observa très attentivement ma démonstration et il dit : « Sans doute il y a quelque chose de vrai dans tout cela, mais vous faites tourner la baguette tandis qu'avec moi elle tourne dans certains endroits, même si je ne le veux pas ».

Je quittai mon homme et j'étais à la fois vexé et à un certain degré de colère du peu de confiance qu'il me témoignait. J'étais vexé surtout du peu d'importance qu'il attachait à mon explication du mécanisme de la rotation, car je le répète elle avait satisfait mon esprit et mon petit orgueil d'observateur, J'ai eu tort de blâmer mon sourcier car je l'ai blâmé ; il m'a dit tout ce qu'il savait et il n'en savait pas davantage...

A mon retour de vacances, je causais un jour avec un de mes bons amis, homme de science à l'esprit critique très développé et en la bonne foi duquel j'ai une absolue confiance. Préoccupé par la déconvenue récente de mes recherches sur les mystères du sourcier, j'amenai facilement la conversation sur ce sujet.

Ma chance voulut que ce jour j'aie affaire à un partenaire qui connaissait la baguette, s'en étant occasionnellement servi, et il affirma que la rotation n'était pas nécessairement voulue à un moment donné, par le sourcier. « Ce problème m'intéresse beaucoup, ajouta-t-il, mais je n'en ai pas d'explications précises. »

Vraiment j'étais désorienté. Jetons la baguette, pensai-je à part moi, et qu'il n'en soit plus question. Sans doute ceci était sage, mais vous n'ignorez pas la hantise du problème, dont on a cru tenir la solution et qui vous échappe. Cette hantise je l'ai eue, aux heures de repos, lorsque l'esprit se sépare du labeur quotidien.

Un soir, le souvenir d'un fait m'apporta une certaine joie et comme un trait de lumière. Quelques années avant la guerre, aux premières gelées d'automne, je chassais le perdreau rouge dans les ravins escarpés qu'affectionne l'oiseau. A cette époque, je fumais la pipe, et en chasse, une pipe courte à tuyau d'ébonite qui restait accrochée entre mes incisives ou mes canines gauches, même pendant le tir. Le tuyau avait dû s'user sous la pression de mes dents, car ce jour-là, lorsque je tirai, le perdreau et la pipe tombèrent en même temps. A l'instant précis je fis la réflexion que nous devons serrer les dents au moment où nous tirons un coup de fusil. Voilà donc un acte involontaire, subconscient ou réflexe, ignoré de beaucoup de gens et qui s'accomplit quand même à l'occasion d'un geste habituel et banal au cours de la chasse.

N'avez vous pas vu les orateurs, qui au cours de la fougue de leurs discours serrent les poings, frappent du pied, martellent de coups le meuble placé devant eux? Croyez-vous que ces gestes, que ces actes sont toujours voulus? Certainement, ils sont presque toujours subconscients ou inconscients. Pourquoi n'en serait-il pas même des gestes ou des actes du sourcier? Vous devez vous rappeler dans quelle attitude incommode et pénible il tient les pointes de sa fourche, vous devez vous rappeler l'instabilité de ce long levier maintenu par le petit bras et voyez combien il est facile de concevoir que le moindre mouvement, même involontaire, puisse ramener les mains dans une position plus normale, et mettre en action tout l'appareillage.

Or, ce mouvement involontaire peut et doit se produire sans que le sourcier s'en doute, de même que je serrais les dents lorsque je tirais un coup de fusil et ceci sans que je m'en doute avant le jour ou j'ai cassé le tuyau de ma pipe.

Toutefois, pour que cet acte involontaire se produise, il faut que le sujet soit dans un certain état de tension nerveuse, un certain état d'émotion ou de transe pour employer une expression chère aux hypnotiseurs.

Comment le sourcier peut-il se mettre dans cet état?

Nous continuerons pour faciliter nos explications à comparer le chasseur au sourcier. Le chercheur de gibier nous est bien connu, ce qui nous permettra des précisions qu'il sera possible de reporter sur le chercheur de sources.

Quand je parle du chasseur, je ne voudrais à aucun prix que l'on range dans cette catégorie les plus ou moins bons tireurs des grandes chasses en battue. Ceux-là ne savent rien de la chasse ; ils ont à peine l'émotion du tir et je préfère de beaucoup aux récits de leurs massacres, les histoires vécues, et parfois prodigieuses, que me racontait au temps de ma jeunesse un vieux braconnier professionnel que j'affectionnais. Il n'avait jamais colleté, ni panauté le gibier, il chassait honnêtement, hors la loi, avec un chien d'arrêt et un fusil ; mais je vous garantis qu'il serrait les dents lorsqu'il alignait un « capucin » passant à sa portée ; car il avait, lui, l'émotion, la transe que donne la chasse à tout chasseur qui aime son art et dans un pays ou les lièvres ne sont pas assez nombreux pour culbuter leurs voisins dans leur course.

Fredo, mon honnête braconnier, connaissait tout le pays à plusieurs lieues à la ronde, c'est-à-dire qu'il avait repéré les terrains ou le lièvre aime se gîter d'après les saisons. Suivons-le : dans un grand chaume fauché presque au ras du sol, il a vu de loin une jeune pousse de noyer qui émerge, isolée comme un jalon perdu, et c'est vers cette tige qu'il

Digitized by Google

se dirige de suite ; autour d'elle il inspecte minutieusement le sol. Cherche-t-il pourquoi elle est née là, pourquoi les moissonneurs l'ont épargnée ; nous dira-t-il que du bec d'une corneille ou de la poche d'un berger est tombée la noix qui a germé? Non, toutes ces choses l'intéressent peu ; mais bientôt il a trouvé ce qu'il cherche et se baisse pour saisir entre ses doigts un objet qu'il examine ensuite dans le creux de sa main. Cet objet, précieux pour lui, c'est tout simplement une crotte de lièvre. Il va nous dire qu'elle est fraîche, de ce matin même, et que ce lièvre est un mâle et qu'il pèse six livres. Je vous dirais bien pourquoi il a trouvé cet objet là, et pas ailleurs, pourquoi ce lièvre y est venu ce matin et pourquoi c'est un mâle et pourquoi il pèse six livres, mais ceci sortirait du cadre de notre sujet. Ce qui est certain c'est que notre homme tient un des bouts de la piste et qu'il ira jusqu'à l'autre, jusqu'à l'animal blotti dans un coin... « Surtout lui dis-je, ne jetez pas de pierres dans les ronciers et montrez-nous quand même votre lièvre. » — Ce sera plus long, peut-être, répond-il, mais nous l'aurons. Voulez-vous le voir au gîte, presque à vos pieds ou qu'il se lève à quinze ou vingt mètres devant nous ? »

Il a raison mon braconnier de demander des précisions, car je sais que tout cela est possible, surtout aujourd'hui que souffle le vent d'Est. « Montrez-le au gîte et ne le prenez pas vivant, nous voulons le voir débouler ».

Oui, tout cela est réalisable, et je l'ai vu réaliser et si j'insiste sur ces faits qui peuvent paraître tenir de la sorcellerie pour ceux qui ne sont pas initiés, c'est parce que il y a dans le jeu du chasseur la mise en œuvre de faits d'observations, patiemment étudiés, qui sont comparables à la science du sourcier.

Fredo ne prendra pas son lièvre vivant, il l'a promis, il nous le montrera dans son gîte. Maintenant qu'il a flairé le gibier et qu'il entre en chasse, observons-le.

A pas lents, mesurés, il avance, la tête haute, le regard au loin, son fusil bien en main contre sa poitrine, la crosse touchant presque sa hanche droite et le bout du canon à hauteur de son épaule gauche. On dirait un arpenteur qui mesure un champ à la longueur de ses pas.

Parfois il se détourne un peu de sa ligne, passe auprès d'un buisson ou d'un roncier qu'il regarde sans en avoir l'air, sans un geste, sans détourner la tête. « Vous pouvez parler, nous dit-il, vous pouvez chanter, siffler une chanson, mais ne faites pas de grands gestes brusques et surtout ne vous arrêtez pas ».

Je profite de la permission pour expliquer à mes deux compagnons, car nous sommes trois témoins, trois irrécusables, pour leur expliquer, dis-je, comment le lièvre rentre chez lui par la fenêtre lorsqu'il loge dans un buisson. Le lapin suit et prépare des coulées au ras du sol et il entre chez lui par la porte, tandis que le lièvre bondit par une ouverture assez haut placée dans les broussailles où il gîte. Voilà déjà près d'un quart d'heure que nous marchons et je demande à notre homme, qui nous précède de cinq ou six pas : « Combien de fenêtres avez-vous trouvées? » Aussitôt il me répond : « Deux, mais bouchées ». Bouchées par quoi? Mais par des toiles d'araignées, bien sûr, et vieilles encore, car si elles étaient fraîches il faudrait les revoir à cette heure du jour. Si les araignées savaient combien elles ont fait tuer de lapins et de lièvres aux braconniers, elles n'oseraient plus tisser leur toile. Fredo prétend que le bon Dieu leur a dessiné une croix sur le dos pour que ça porte bonheur aux chasseurs.

Vous voyez donc que mon braconnier possède une certaine dose de superstition, bien qu'il ait un sens d'observation remarquable et qu'il se croie très malin.

Cependant, depuis que nous devisons tous les trois, le temps passe et voici plus d'une demi-heure que nous rôdons à quelques centaines de mètres du point de départ. J'ai amené ici mon chercheur de lièvres sur un terrain qu'il ne connaissait pas et peut-être aurai-je trop présumé de sa science. Pourtant, dans son action, dans sa démarche, rien ne trahit l'indécision et il nous entraîne vers un monticule au sommet assez arrondi, couronné de touffes d'herbes folles dont la pointe frissonne au vent. Nous longeons le monticule à mi-côte sur la face ouest, puis c'est de nouveau la plaine et à quelques cents mètres un énorme chêne, sous lequel, par le gros été, viennent ruminer les troupeaux.

Là, Fredo s'arrête, il a mis son fusil en bandoulière, il passe le revers de sa main sur sa grosse moustache grise et il nous regarde avec des yeux brillants de malice sous des sourcils broussailleux. « Je l'ai vu, nous affirme-t-il, j'aurais pu le tuer et vous en êtes passés bien près, il vous regardait ». Puis s'adressant à moi : « Pourquoi ne l'avez-vous pas deviné? Tous les lièvres de tous les pays se ressemblent, ils ont partout les mêmes habitudes. Ce terrain de chasse ne vous rappelle-t-il rien? » Certes, mon braconnier a raison, c'est pour moi du *déjà vu*, c'est identique aux Combelles, je sais où est le lièvre, je vais le montrer à ces messieurs.

Mon lièvre est certainement au pied d'une touffe d'herbes folles, au pied de celle que le vent n'agite pas et dont il ne fait même pas frissonner les pointes. Nous faisons un détour pour reprendre notre an-

Digitized by Google

cienne voie, le vent dans le dos et pour aborder notre lièvre en face, car c'est le seul moyen de l'approcher de près, de le prendre même, si l'on est habile. Bientôt j'aperçois son œil et je m'efforce de le montrer à mes compagnons, mais sans faire un geste. « On dirait une fourchetée de fumier abandonnée là par hasard » me dit l'un d'eux. Et c'est vrai. A ce moment j'allonge mon bras comme pour le montrer du doigt ; aussitôt l'animal qui était renflé en boule et prêt à bondir, se trouve projeté comme par un ressort jusqu'à nos pieds, et il crochette brusquement vers le sommet du monticule où nous voyons sa silhouette se profiler sur le ciel, les deux oreilles dressées. En deux bonds nous sommes sur la crête pour entendre un coup de fusil et voir là-bas culbuter le capucin, qui maintenant montre son ventre blanc au soleil et présente encore quelques secousses convulsives de ses grandes gigues.

Fredo qui avait contourné le monticule, recharge son fusil et nous allons avec lui vers la bête. Il la saisit par les oreilles et nous la présente.-« Vous voyez bien que c'est un mâle et qu'il pèse six livres ». Puis il lui comprime le ventre pour le faire pisser, lui palpe les reins et le met dans son carnier. Pendant tout ce temps, j'observe l'homme : ses pupilles sont dilatées, ses mains tremblent un peu, sa respiration est plus rapide et il a une sorte de rire saccadé, presque sans bruit. Après la tension nerveuse de la recherche, il a atteint le maximum de l'émotion, de la transe que donne la chasse. Cependant ce n'est pas un novice, il en a vu bien d'autres ; mais il est passionné pour son art, il a été stimulé par notre présence et il a dû serrer fortement les dents et aussi la crosse de son fusil lorsqu'il a pressé sur la gâchette.

Certainement, s'il avait alors tenu la bagnette du sourcier elle aurait tourné toute seule dans ses mains.

Sans doute aucun, il y a de grandes analogies entre la science du sourcier et celle du braconnier. Dans mon village, Fredo le chasseur et Germain le sourcier, vivaient en excellents termes et échangeaient souvent leurs observations quand ils se rencontraient dans les bois.

Mais comment peut-on savoir ce qui se passe dans la cervelle du sourcier? Pour le rechercher il nous faudrait un fil conducteur. Le hasard me mit un jour sur une piste intéressante. Un enfant d'une douzaine d'années m'arrêta dans la rue et me pria de lui donner l'heure exacte. Je sortis ma montre dans le creux de ma main, y jetai un coup d'œil et j'allais lui dire l'heure lorsqu'il ajouta : « Bien juste, je vous prie » ; je regardai une deuxième fois le cadran avec plus d'attention et à cet instant même l'enfant dit : « Il est vingt-cinq, je vous remercie ». Or, ma montre indiquait onze heures vingt-quatre minutes ; j'avoue que je fus surpris, car cet enfant placé en face de moi n'avait pu voir le cadran. « Tu savais donc l'heure, lui dis-je, alors pourquoi me l'as-tu demandée? » Sa réponse me surprit encore plus : « Je ne savais pas l'heure, je l'ai lue dans vos yeux ».

Puis ceci dit, le petit diable partit d'un bel éclat de rire et s'en fut en courant. Je n'ai jamais plus rencontré cet enfant et je le regrette car il possède un beau talent d'observation.

Après réflexion, il me fut facile de résoudre le problème. Lorsque nous voulons désigner à quelqu'un un objet placé au loin, nous le montrons du doigt, mais la personne qui est invitée à le découvrir observe beaucoup plus la direction de notre regard que celle de notre bras tendu.

En observant la direction du regard, elle arrive beaucoup plus vite à voir l'objet. Lorsque nous regardons le cadran de notre montre, nous regardons rapidement la petite aiguille qui marque l'heure, car en général nous savons l'heure, mais notre regard s'attache plus longtemps sur la grande aiguille qui marque les minutes. Or, tous ces mouvements se voient dans le jeu de nos globes oculaires ; on voit si le regard s'attache en bas, en haut du cadran, à gauche ou à droite et il est facile de lire l'heure « dans les yeux » comme disait le gamin que j'ai un jour rencontré.

De cela je me suis assuré bien des fois. Si donc, au lieu d'observer le jeu des mains du sourcier, si nous observions le jeu de ses yeux, peut-être pénétrerions-nous beaucoup mieux ses secrets. C'est là ce que j'ai fait et je vais vous traduire ici le résultat de mes observations.

Un matin, par une nuit encore noire, j'emmène mes deux témoins irrécusables et Germain à une vingtaine de kilomètres sur les plateaux du Rouergue, dans une région inconnue du sourcier. Nous débarquons avant le jour chez d'excellentes gens, propriétaires terriens, chez qui depuis plus de trente ans je vais passer une journée de chasse. Le casse-croûte nous attend et notre hôte se réjouit de la bonne journée en perspective ; je lui présente mon sourcier et aussitôt je suis surpris des sentiments de déférence et de curiosité dont celui-ci est l'objet.

Mon hôte se nomme Moulinier, or, chacun sait dans le pays qu'un « moulinier » est un meunier.

Par quel hasard extraordinaire Moulinier est-il venu établir sa famille dans un pays qui souvent manque d'eau?

Le petit village où il est confortablement installé se trouve bâti sur le dos d'une colline qui

Digitized by Google

prolonge un plateau rocailleux du type des Causses et sur lequel végètent des chênes rabougris. Au pied de la colline s'étend une petite plaine encore assez fertile, large d'un peu plus d'un kilomètre et qui regrimpe peu à peu vers un autre plateau semé de rochers. Au milieu de cette plaine, coule, lorsqu'il a suffisamment plu, un ruisselet que bordent quelques peupliers et quelques saules.

Pour tout le village il y a un puits, mais qui tarit souvent et le reste du temps on utilise l'eau de grandes citernes cimentées qui recueillent la pluie qui s'égoutte des toits de toutes les fermes. Vous comprenez sans peine que la venue d'un sourcier intéresse très vivement Moulinier. J'avais amené Germain en pleine nuit pour qu'il ne puisse étudier le pays, pour qu'il n'ait aucun renseignement, avant que j'ai le temps de l'étudier moi-même à mon aise et en plein jour; mais j'avais compté sans notre hôte. Le sourcier me paraissait inquiet, mal à son aise.

Pendant que nous faisions honneur aux tranches de jambon et de saucisson, j'entends Germain demander sans paraître y attacher d'importance : « Vous devez avoir de bonnes terres ici? chez nous, on dit que les meilleures sont celles qu'infestent les orties, les cardons et les hièbles ; avez-vous des hièbles? — J'ai une terre où ils me donnent beaucoup de mal à détruire, répond Moulinier et c'est bien près d'ici ». Je regarde le sourcier, et je le vois mal, car nous sommes éclairés par une lampe à pétrole suspendue à une poutre du plafond ; ainsi l'ombre des bords du chapeau me masque les yeux de l'homme, et il baisse légèrement la tête. Cependant je vois que sa physionomie se détend, qu'il paraît moins inquiet et je le comprends sans peine car il vient d'avoir un renseignement précieux.

Tout le monde sait que les hièbles aiment les terres argileuses sur lesquelles glissent les eaux qui filtrent sous les falaises de calcaire. Pourquoi Moulinier lui a-t-il donné ce renseignement?

Bien vite je détourne la conversation; déjà l'aube blanchit le ciel à travers la fenêtre, derrière le dos de Germain et notre petit déjeuner tire à sa fin : « Encore une goutte de mon petit vin, dit l'hôte, et on partira. — Votre petit vin est fameux, dit le sourcier, je ne savais pas que vous cultiviez la vigne par ici, mais vous devez difficilement trouver des osiers pour attacher les sarments. — J'ai quatre belles souches d'osiers jaunes dans mon enclos sous la maison, répond le vigneron et cela me suffit ». Des osiers ! mais ça pousse dans l'eau, et voilà encore un renseignement de premier ordre que ce brigand de voleur de sources vient d'extorquer. Vite, sortons, que je le regarde en face. En traversant la cuisine, nous présentons nos compliments à la maîtresse de maison et je vois Germain qui regarde avec insistance les bassines de cuivre et les étains accrochés au-dessus du rebord de l'immense cheminée. « Ils ont été astiqués avec de l'herbe à vaisselle (prêles) sans quoi ils ne brilleraient pas si bien, n'est-ce-pas, Madame? —Bien sûr, Monsieur, c'est encore ce qui fait briller le mieux sans rayer le métal et il n'en manque pas tout près du jardin ». C'est encore Germain qui vient de compléter son enquête. Il est satisfait, et je suis furieux, car il sait maintenant qu'il y a de l'eau assez près de la maison et qu'il en trouvera et que peut-être je n'aurai pas vu tout ce que je voulais voir dans ses jeux de physionomie. Nous sortons.

Au milieu de la cour presque enclose par les bâtiments qui bornent l'horizon, un énorme noyer a poussé. Germain semble en admiration devant le tronc si volumineux ; il le saisit à pleins bras comme pour en mesurer le tour, mais j'observe qu'en réalité il tâte l'écorce, il palpe les lichens et les mousses qui s'étalent surtout d'un côté, du côté où le plus habituellement vient la pluie, il s'oriente. A ce moment le soleil commence à paraître et d'un sourire le sourcier salue son lever. « Suivez-moi, dit-il » et il sort de l'enceinte des bâtiments de la ferme, qu'il contourne pour se diriger vers l'ouest, vers un monticule qui domine un peu la région. Nous arrivons vite en ce point qui est à peine à cinquante mètres de la maison ; je marche à hauteur du sourcier et je regarde attentivement la direction de son regard. D'un rapide coup d'œil il a vu la ligne des peupliers et des saules, qui là-bas à près de cinq cents mètres, jalonne le lit du ruisseau tari par la sécheresse. Les feuilles de quelques-uns de ces arbres commencent à jaunir hors de saison et ce n'est pas dans cette direction qu'on trouvera l'eau.

Plus près de nous, à cent mètres, un peu en contrebas du dos d'âne, est un peuplier isolé dont le vert des feuilles attire le regard du sourcier, je vois qu'il l'étudie, sans en avoir l'air, pendant un court instant. Il regarde les branches vigoureuses bien dressées autour du tronc, puis sur le sol une tache un peu verte que forment des herbes un peu moins desséchées qu'ailleurs et qu'entourent des taupinières. Cette tache est à quelques mètres en contrebas de l'arbre. De là, le regard de Germain suit rapidement le flanc du coteau et au même niveau, pour aboutir au jardin que je connais bien et qui est enclos de murs, sous la ferme.

Devant le jardin, existe un tertre couronné de pruniers sur lesquels grimpent des lierres et dont le talus est envahi par les ronces, les pervenches, les alliaires. Immédiatement au-dessous, passe

Digitized by Google

un chemin. Là s'attache le regard du sourcier. Tout cela, toute cette investigation n'a pas duré trois minutes. Mais je sais maintenant que la source doit être sous le tertre à vingt mètres de la maison. « Vous avez donc oublié votre baguette, dis-je à Germain. — Bien sûr que non, Monsieur, je l'ai au sein ». Pendant qu'il me répond, il passe sa main sous sa blouse et bientôt il exhibe son arc qui était à même contre sa peau, sous sa chemise. Il vérifie son arme, s'assure qu'elle n'a pas souffert du voyage puis la saisit dans l'attitude que j'ai longuement décrite et la quête commence ; je dis la quête à dessein, car vraiment, les marches et les contre-marches du sourcier me rappellent beaucoup celles du chien d'arrêt qui tourne, braque et retourne, sur un terrain donné pour retrouver une pièce blessée.

Le regard au loin et comme inspiré, le sourcier paraît avoir abandonné le contrôle de la vue, comme pour ne se référer qu'à l'inspiration ou aux renseignements que pourront lui donner ses autres organes des sens. Il s'éloigne à pas comptés comme le géomètre qui mesure un champ, comme mon chasseur de lièvres ; il va, il revient, il ausculte semble-t-il le bruit de ses pas et il me rappelle le cheval aveugle qui tâte avec ses pieds le sol sur lequel il s'avance prudemment.

Tous ses organes des sens paraissent en éveil, sauf la vue, dont il ne paraît plus avoir à rechercher les renseignements. Comme je l'avais prévu, il parait attiré vers le talus couronné de pruniers que j'ai décrit ; mais qu'est-ceci? Je vois qu'à dix mètres avant le talus, il tourne plusieurs fois au même point, s'en éloigne, y revient et vraiment j'ai cru un instant qu'il allait s'y arrêter et que la baguette allait tourner. Je me serai donc trompé, en donnant de l'importance au point où il avait plus longuement attaché son regard, c'est-à-dire au talus qui borde le chemin. Est-ce que ses autres organes des sens lui auraient donné des renseignements différents?

J'inspecte rapidement l'endroit où Germain a failli s'arrêter et je vois une taupinée de terre fraîche de ce matin et dont la couleur est différente de celle de la surface du sol puisqu'il y a de la glaise, et je vois de nombreux petits monticules d'excréments de vers de terre et qui sont frais et collants après mes souliers, à cette heure où le soleil n'est pas assez chaud pour les avoir séchés, et je comprends pourquoi le sourcier a failli s'arrêter en ce point.

Mais le voici qui revient et il passe près de moi et il hésite encore, mais tout à coup il a un coup d'œil rapide vers le pied d'un prunier et je regarde là ; il y a une grosse sauterelle verte comme on en trouve au bord des ruisseaux et près d'elle brille comme un miroir la traînée de bave desséchée que laissent les limaces.

Après une feinte, Germain est invinciblement attiré vers ce point précis et tout à coup il y arrive et on dirait qu'il va descendre dans les ronces tellement il se penche en avant, lorsque la baguette se met à tourner une fois, deux fois, puis trois, quatre et cinq. C'est fini.

Le sourcier a encore son regard fixe, ses pupilles sont dilatées, sa respiration est brève, des gouttes de sueur perlent à son front.

L'eau est donc là, au pied du talus, à quelques mètres dans le chemin. Je regarde là-bas la tache d'herbes vertes au-dessous du peuplier et je me rends compte qu'en effet, son niveau est de quatre mètres au-dessous du point où nous sommes. Il n'y aura donc qu'un mètre d'eau dans le puits.

Puis tout à coup, pendant que penché moi-même j'inspecte, un souvenir me vient : ce talus, *je l'ai déjà vu*, il est identique à celui de Cavarroc, à trente kilomètres d'ici et au pied duquel est une fontaine que connaissent bien mes chiens les jours d'ouverture. « N'est-ce pas, Germain, que l'on dirait cette butte, pareille à celle de Cavarroc? » Germain est d'abord surpris par ma question, car ma pensée est trop près de la sienne. « Peut-être » répond-il à voix basse.

Moulinier est radieux, et il m'a plus tard avoué qu'il y avait autrefois un puits, à l'endroit où Germain avait hésité.

Dr Billard,
de Clermont-Ferrand.

P.-S. — J'affirme n'avoir jamais reçu de confidences des sourciers et je ne les connais que par « oui-dire ». Celui que j'ai conçu sans suggestions a satisfait mon esprit et il a de plus très heureusement agrémenté mes vacances. J'espère ne pas être très loin de la vérité. Seul, un sourcier pourrait le dire ; mais voudra-t-il?

LA CONSTITUTION ET LE CARACTÈRE DES MONSTRES DOUBLES

Plusieurs facteurs contribuent à former le caractère, à savoir :

1° L'hérédité ;

2° Le milieu où vit le sujet, milieu qu'on divisera en :

a) Milieu embryonnaire et fœtal qui donne l'innéité ;

Digitized by Google

b) Milieu externe, ambiance physique et sociale dans laquelle vit le sujet ;

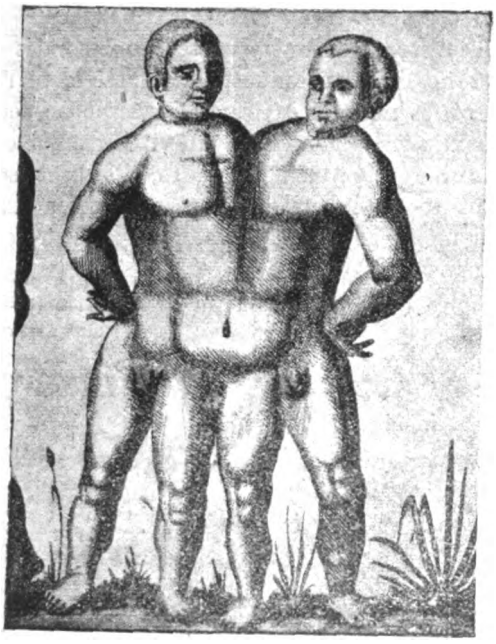


Fig. 402. — Cette figure est tirée de l'ouvrage de Liceti sur les monstres, paru à Padoue en 1634.

c) Milieu interne fourni par les sécrétions internes, par les humeurs. On sait depuis quelques années l'influence profonde qu'exercent sur le caractère les sucs thyroïdien, testiculaire, ovairien, etc.

Fig. 403. — Monstre pygopage célèbre sous le nom d'Hélène et Judith. (Voir Buffon. *Histoire naturelle*, t. III, p. 50 et Isid.-Geoffroy Saint-Hilaire, *Histoire des anomalies*, pl. XIV, fig. 2.)

3° L'état de santé des organes. C'est l'état anatomique ou constitution.

Il est impossible sur un sujet normal de faire le départ de ces divers facteurs.

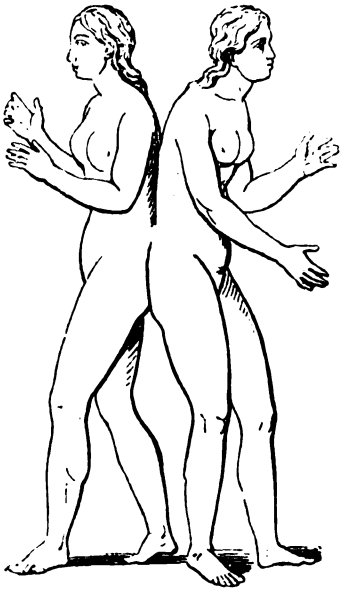


Fig. 404. — Hélène-Judith.

On a longtemps admis, on admet encore l'identité de constitution et de caractère des jumeaux univitellins (encore dénommés uniovulaires). Si l'identité était constante, elle prouverait la toute puissance de l'hérédité sur le caractère ; mais tous les médecins ont connu des jumeaux uni-

Fig. 405. — Rita-Christina à l'âge de six mois. (Isid. G. Saint-Hilaire, *Histoire des anomalies*, pl. XV, fig. 1.)

Digitized by Google

vitellins dont l'un était robuste et intelligent, l'autre faible et arriéré.

Bien plus, on a rapporté des histoires étranges: des jumeaux, isolés l'un de l'autre, auraient attrapé en même temps la même maladie (convulsions, asthme, ophtalmie rhumatismale, accès de folie, etc.), auraient eu en même temps les mêmes pensées et commis les mêmes actes (achats des mêmes objets, etc.): ces observations sont rapportées par

Fig. 406. Le squelette de Ritta-Christina.

les classiques (1). A les supposer exactes, elles peuvent être expliquées par une fausse mémoire, ou une auto-suggestion préalable d'un des jumeaux; quelques-uns invoqueraient la télépathie! On n'est donc pas assuré qu'il s'agisse d'hérédité similaire.

Sans doute, il existe souvent entre jumeaux univitellins de grandes ressemblances, mais ils présentent déjà à la naissance des différences qui s'accentuent avec l'âge sous l'influence des milieux dissemblables où ils vivent. Donc, bien que chez les jumeaux le problème soit simplifié, l'hérédité étant la même, il est encore trop complexe pour donner la solution.

***

Cette solution peut être fournie par un genre de jumeaux univitellins se ressemblant plus encore, les monstres doubles. Ils fournissent un monde d'observations cruciales. Déjà Is.-G. Saint-Hilaire avait noté l'importance de leur étude, sans pourtant voir tous les problèmes de biologie générale et de psychologie que, seule, elle résoudra.

On a commencé par affirmer l'identité physiologique et psychologique des monstres doubles; puis on a relevé des différences, sans toutefois en voir la portée. En 1902, j'ai montré cette importance (1), mais il convient d'y revenir en utilisant les données acquises depuis.

S'il existe, chez les monstres doubles, des différences de constitution et de caractère, ni l'hérédité, ni les milieux externe et interne ne peuvent les expliquer. Car, étant univitellins, ils ont la même hérédité; étant soudés, ils sont soumis durant toute leur vie au même milieu externe et au même milieu interne, puisque leur sang se mélange (2).

Or, les monstres doubles diffèrent le plus souvent au physique et au moral. Au physique, l'un

Fig. 407. — Les frères Tocci, monstres doubles.

est fort, robuste, plein de vie et de santé; l'autre faible, délicat, mal venu, petit, contrefait (Judith à l'opposé d'Hélène). Seule l'innéité peut expliquer

(1) Voir Ribot, *Maladies de la personnalité*, p. 29.

(1) Dr Félix Regnault. *Le caractère des Monstres doubles*, p. 110. *Le Naturaliste*, Emile Deyrolle. Paris, 1902. Et *Revue de l'Hypnotisme*, p. 53-55, Paris 1902-3.

(2) Ils ont les mêmes hormones. Si l'une est enceinte et accouche, toutes deux ont une sécrétion mammaire (Rosa-Josepha).

Digitized by Google

cette différence de constitution : dans la matrice ils ont été soumis à des pressions différentes.

Au point de vue anthropologique, les deux monstres n'ont pas toujours le même crâne : Christina, dit G. Saint-Hilaire, forte et bien portante, avait la tête plus ovale et surtout plus grosse que Rita qui était maladive (1). Ceci prouve que

Fig. 408. — Les frères Siamois, Chang et Eng, adultes au moment de leur mariage.

l'hérédité n'est pas tout pour la forme du crâne, l'innéité et la constitution agissent sur elle.

Au point de vue physiologique, chaque cerveau reçoit de son corps la sensibilité et commande à sa motilité. La sensibilité est commune dans la zone où les deux corps se confondent : ont-ils un seul anus, ils éprouvent simultanément le besoin d'aller à la selle ; ont-ils deux vessies, ils éprouvent séparément le besoin d'uriner (Hélène-Judith). Ils sembleraient n'avoir qu'une âme, car ils coordonnent leurs mouvements, même les plus complexes : danses, jeu de ballon, actes imprévus, etc. Ces mouvements sont automatiques et rappellent ceux, synergiques, qui se produisent entre les mains gauche et droite d'un sujet normal. Une telle coordination se produit rapidement chez les animaux soudés artificiellement (expérience de Carrel).

Il est par contre des différences : les battements des cœurs et les respirations des poumons ne sont pas toujours isochrones (frères Siamois) ; la rapidité des mouvements varie, l'un étant plus agile (Hélène opposée à Judith), etc.

Leurs règles ne viennent pas en même temps, et diffèrent en quantité et en durée (même si les deux monstres n'ont qu'un vagin), preuve évidente qu'elles ne dépendent pas du seul milieu interne.

Leurs besoins ne sont pas forcément simultanés, un seul peut avoir faim (Ritta-Christina, frères Siamois) ce qui prouve que le besoin de manger dépend, non du seul milieu interne, mais aussi des organes et en dernière analyse du cerveau.

Même considération pour le sommeil. L'un peut reposer et dormir alors que l'autre veille, travaille (Hélène-Judith), pleure, mange (monstre de Blainville), tette (Rita-Christina), ce qui prouve que,

Fig. 409. — Millie-Christine.

contrairement à l'opinion reçue, le sommeil dépend, non du milieu interne, mais aussi du cerveau.

Il résulte de leur différence de constitution une différence pathologique. Le plus faible tombe malade, a une fluxion de poitrine (les frères Siamois), voire une tuberculose (Radica-Doodica) (1),

(1) Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, *Hist. génér. des Anomalies des monstruosités*, t. III, p. 52, 59, 90, 168. Paris, 1836.

(1) Doyen sépara Radica bien portante de Doodica qui était atteinte de tuberculose pulmonaire grave. Radica survécut. Je dédie ce cas au professeur Sergent qui croit à la toute puissance du terrain pour l'éclosion du bacille. Le succès de telles opérations est rare. Il serait plus fréquent si

Digitized by Google

alors que l'autre reste bien portant. Bien plus, quand l'un meurt de maladie, l'autre n'a rien

Fig. 410. — Rosa Josepha à l'âge de 32 ans s'exhibaient alors à l'Olympia avec leur enfant et le père de l'enfant

éprouvé, se porte bien, mais la mort de son partenaire entraîne vite la sienne.

Cette expérience cruciale prouve que les milieux externe et interne (humeurs) ne sont pas tout dans la genèse des maladies, la constitution joue un rôle capital. Souder deux animaux en un monstre double, deviendra une opération courante dans les laboratoires de pathologie expérimentale quand on voudra préciser le rôle des facteurs qui conditionnent l'attaque des microbes.

De même qu'il y a coordination des mouvements physiologiques, il y a coordination mentale. Vivant dans le même milieu, leurs pensées sont les mêmes, l'un achève la phrase de l'autre, ils ne causent presque jamais entre eux, s'entendent en ne prononçant que quelques mots en apparence sans suite et à peine intelligibles pour d'autres. Mais cela ne va pas jusqu'à l'identité; ils peuvent tenir des conversations séparées (frères Siamois), chanter deux parties différentes (Millie-Christine), etc. Leur caractère diffère : l'un est gai, l'autre grognon, l'un est vif et intelligent, l'autre lourd et borné (Hélène-Judith); or, l'être gai et intelligent est toujours celui robuste, jouissant d'une bonne santé. Souvent un seul est irascible (Tiao-Toun-Chen et Liao-Senn-Chen, monstres étudiés par Vaschide et Piéron). Quand Broca voulut examiner les organes génitaux de Millie-Christine, Millie consentit, Christine refusa et disputa sa sœur. Les deux monstres peuvent se quereller et même se battre entre eux à coups de poings (Hélène-Judith, Ritta-Christina).

Ce rapide examen montre que les forces mécaniques, variant aux périodes embryonnaire et fœtale chez les monstres doubles, produisent des différences dans la constitution des organes. Les cerveaux diffèrent aussi, d'où une différence dans l'énergie nerveuse. Par contre, le milieu externe et les humeurs restent toujours identiques. Or ces différences de constitution entraînent des différences de santé, d'aptitudes morbides, de caractère enfin qui persistent toute la vie.

Dr Félix Regnault.

on opérait en plusieurs temps, si on commençait par créer du tissu fibreux, en serrant par exemple peu à peu au moyen d'une ligature le pont qui lie les deux monstres.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Le mécanisme de l'émission lumineuse. — Depuis près d'un siècle on a accumulé les données expérimentales relatives aux sources de lumière : nature du spectre, continu ou discontinu, répartition de l'énergie dans les spectres continus, position des raies dans les spectres discontinus, largeur des raies, etc. Nos connaissances dans ce domaine sont actuellement étendues et précises. Mais de grandes difficultés ont arrêté les physiciens et les mathématiciens les plus éminents qui ont voulu relier ces faits par une théorie.

1. Répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir. — Considérons le rayonnement qui s'échappe d'une enceinte close, dont tous les points sont à la même température. Les molécules qui forment les parois de l'enceinte sont animées d'un mouvement d'agitation d'autant plus intense, en moyenne, que la température est plus élevée. Les électrons qu'elles renferment oscillent également; ils émettent des ondulations de même fréquence que leur mouvement oscillatoire. Les diverses molécules ayant des mouvements désordonnés, de toutes les fréquences possibles, il en est de même du mouvement des électrons et l'ensemble émet un rayonnement qui comprend toutes les fréquences, c'est-à-dire toutes les

Digitized by Google

longueurs d'onde possibles. Inversement, quand un train d'onde de fréquence déterminée vient rencontrer un électron dont le mouvement a la même période, il lui communique, par résonance, une partie de son énergie. Il y a un échange continuel d'énergie entre les parois de l'enceinte et l'espace vide qu'elles limitent. L'équilibre est atteint quand chaque oscillateur absorbe, en un temps donné, autant d'énergie qu'il en cède.

En appliquant à ces échanges les lois de l'électromagnétisme et de la mécanique statistique, on aboutit à la conclusion, absolument contraire aux faits, que l'énergie émise devrait croître indéfiniment quand on envisage des longueurs d'onde de plus en plus petites.

Quand l'état stationnaire est réalisé, on trouve que l'intensité du rayonnement i est proportionnelle au produit de l'énergie w des résonateurs, par la 4e puissance de la fréquence f :

$$(1) \quad i = kfw.$$

Comme, pour un corps noir, l'intensité du rayonnement tend vers zéro pour les très courtes longueurs d'onde, il faudrait que l'énergie des oscillateurs tende vers zéro quand la fréquence devient très grande. Or, la mécanique statistique fait prévoir un tout autre résultat. Si on admet que l'énergie d'un oscillateur peut varier d'une manière continue, soit en absorbant, soit en cédant de l'énergie, on est conduit au fameux principe dit de *l'équipartition*, suivant lequel l'énergie moyenne des oscillateurs est indépendante de leur fréquence. D'après la relation (1), la densité de l'énergie de rayons de grande fréquence devrait donc croître indéfiniment, tandis qu'en réalité elle tend vers zéro.

Le résultat n'est pas dû à une erreur de calcul; il semble être la conséquence nécessaire des lois invoquées. Il faut en conclure que ces lois ne sont pas applicables aux électrons individuels.

La difficulté semblait insoluble. Pour la résoudre, Planck rejette délibérément la notion de continuité qui dominait jusque-là les théories physiques. Il admet que l'énergie d'un oscillateur ne peut varier d'une manière continue mais seulement par sauts brusques, par multiple d'un certain quantum, $q = hf$, proportionnel à la fréquence. La formule qu'il établit, à partir de cette hypothèse, pour représenter la répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir, aux diverses températures, est remarquablement d'accord avec les résultats expérimentaux.

Il est aisé de comprendre comment l'hypothèse de Planck explique la faible intensité des radiations de petites longueurs d'onde, c'est-à-dire de grande fréquence, dans le rayonnement du corps noir. Au zéro absolu, où toutes les molécules sont au repos, les parois de l'enceinte n'émettent aucun rayonnement. Si la température s'élève, les divers oscillateurs acquièrent tous une certaine énergie, variable d'ailleurs des uns aux autres. Le quantum nécessaire à l'émission d'une radiation est atteint par un nombre d'oscillateurs d'autant plus grand

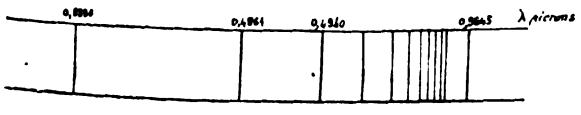


FIG. 411.

que ce quantum est plus faible; ce sont les radiations de faible fréquence, c'est-à-dire de grandes longueurs d'onde, qui apparaîtront les premières. L'énergie moyenne des oscillateurs croissant avec la température, le nombre de ceux dont l'énergie correspond à des quanta de plus en plus grands va, lui aussi, en augmentant. Les radiations de fréquences de plus en plus grandes apparaissent progressivement.

2. LA POSITION DES RAIES SPECTRALES : *a*. — Pour rendre compte de la répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir, nous avons supposé simplement l'existence d'oscillateurs électriques, sans préciser en rien leur structure. Il faut aller plus loin pour retrouver la position des raies émises par une substance gazeuse.

Il semble qu'on doive rattacher l'émission lumineuse à des transformations se produisant au sein des atomes.

Les progrès de nos connaissances sur la structure de la matière ont amené le physicien à considérer l'atome petit mais dans lequel est concentré toute la masse de l'atome, électrisé positivement, autour duquel gravitent des corpuscules d'électricité négative ou électrons. Ces électrons décrivent des trajectoires elliptiques dont le noyau occupe l'un des foyers, trajectoires qu'on peut, en première approximation, comme celles des planètes autour du Soleil, assimiler à des cercles dont le noyau occupe le centre. Dans l'atome neutre, les électrons sont en nombre tel que leur charge négative neutralise la charge positive globale du noyau; ce nombre augmente avec la masse atomique; il est égal au numéro d'ordre qu'occupe l'élément dans la Classification Périodique. Dans l'hydrogène, dont la masse atomique est égale à 1 et qui occupe le premier rang dans la Classification Périodique, un seul électron gravite autour du noyau. Le modèle atomique particulièrement simple est constitué par un électron planétaire décrivant un cercle, ou plus exactement une ellipse, autour du noyau. L'atome d'hélium, de masse égale à 4, occupe le deuxième rang dans la Classification Périodique : il contient deux électrons planétaires. Le nombre de ces électrons est trois dans le lithium qui occupe le troisième rang; il est égal à quinze pour le phosphore qui occupe le quinzième rang; à soixante-dix-neuf pour l'or qui occupe le soixante-dix-neuvième rang, à quatre-vingt-douze pour l'uranium, etc.

Ces électrons se groupent sur des surfaces sphériques s'emboîtant les unes dans les autres comme les tuniques d'un oignon; la première couche à partir du noyau comprend deux électrons, les suivantes en comprennent huit ou seize suivant les cas. Le noyau et les électrons voisins du centre n'interviennent guère que dans les propriétés radio-actives des éléments, les couches intermédiaires manifestent leur existence dans l'émission des rayons X, la couche extérieure détermine l'ensemble des propriétés physiques et chimiques. Ce sont également les électrons périphériques qui semblent intervenir dans l'émission lumineuse.

En réalité, la lumière n'est pas seulement produite par les atomes électriquement neutres. Sous un grand nombre d'influences, la couche électronique externe d'un atome peut, soit perdre un ou plusieurs électrons, soit gagner des électrons supplémentaires. Après avoir perdu un ou plusieurs électrons, l'atome se comporte comme un corps neutre auquel on enlève de l'électricité négative : il acquiert une charge positive et constitue un *ion positif*. La capture d'électrons supplémentaires rend l'atome électrisé négativement et le transforme en *ion négatif*. La couche électronique externe des ions positifs ou négatifs peut, tout aussi bien que celle des atomes, être le siège de l'émission de lumière.

Atomes et ions sont donc les petits mondes où s'engendrent, par un mécanisme qui reste à préciser, toutes les radiations visibles ou invisibles.

Digitized by Google

Lorentz avait pensé que le courant électrique produit par un électron, en mouvement rapide autour du noyau, pouvait être l'origine de la perturbation qui, d'après la théorie de Maxwell, donne naissance aux ondes électromagnétiques.

En réalité, cette hypothèse, incompatible avec la stabilité de l'atome, est inacceptable.

Bohr admet qu'il existe, pour chaque électron, un certain nombre de trajectoires, appelées *trajectoires stationnaires*, qu'il décrit sans rayonner de l'énergie ; le mouvement électronique sur ces trajectoires peut alors durer indéfiniment et l'atome est stable. Chacune des trajectoires possibles est caractérisée par l'énergie que possède le système formé par le noyau et l'électron.

Sous l'influence de certaines perturbations, un électron peut être amené d'une orbite stationnaire sur une autre. S'il passe sur une orbite plus rapprochée du noyau, il perd de l'énergie et cette énergie perdue est émise sous forme de rayonnement ; au contraire, l'absorption d'une énergie amène l'électron sur une orbite stationnaire plus éloignée du noyau. Le passage de l'électron d'une orbite stationnaire d'énergie W_1 à une orbite d'énergie inférieure W_2 s'accompagne de l'émission d'un quantum correspondant à une fréquence f définie par la relation :

$$hf = W_1 - W_2$$

Inversement, l'absorption d'énergie rayonnante de fréquence f pourra faire passer l'électron d'une orbite W_2 à une orbite W_1 telle qu'on ait :

$$W_1 - W_2 = hf.$$

Le spectre de l'hydrogène tel que le fournit un tube de Geisler, comprend des raies brillantes qui se classent d'après leur longueur d'onde, comme le représente la fig. 411 ; ces raies, écartées du côté du rouge, deviennent de plus en plus serrées à mesure qu'on s'avance vers le violet, et l'ultra-violet. Leur répartition suit une loi précise, découverte en 1885, par le physicien anglais Bahner, qui permet de calculer les longueurs d'ondes de toutes les raies de l'hydrogène avec l'exactitude dépassant le 200.000e.

Attribuons un numéro d'ordre n à chacune des raies successives, dans l'ordre où elles se présentent, du rouge à l'ultra-violet ; la fréquence f correspondant aux diverses raies est donnée par la relation :

$$f = 109.677{,}69 \times c \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

où c désigne la vitesse de la lumière dans le vide.

On peut donner à n toutes les valeurs entières supérieures à 2. La raie $n = 3$ est la raie fondamentale, la première de la série II. Quand le numéro d'ordre augmente de plus en plus, la fréquence des raies correspondantes tend vers une limite : les raies se serrent de plus en plus. La figure 44 montre bien la disposition régulière des raies et leur accumulation dans l'ultra-violet, vers une limite L de longueur d'onde $0\mu 3645$, dont elles se rapprochent en devenant de moins en moins intenses.

En soumettant au calcul le mouvement d'un électron tournant autour d'un centre et obéissant à la loi des quanta, Bohr a établi que cet électron ne pouvait décrire qu'un certain nombre d'orbites dont les rayons sont entre eux comme les carrés des nombres entiers successifs, c'est-à-dire comme 1, 4, 9, 16, 25... Sur la fig. 412, on a reproduit, autour du point central qui figure le noyau positif d'hydrogène, les premières de ces trajectoires, A, B, C D, E F.

Les diverses raies du spectre de l'hydrogène sont produites lorsque l'électron tombe d'une de ces orbites possible sur la deuxième, l'orbite B..; la fréquence correspondant au passage d'une orbite quelconque L sur l'orbite B est donnée par l'équation :

$$hf = W_L - W_B ;$$

W_L et W_B représentant les énergies du mouvement électronique sur les orbites L et B. En remplaçant, dans cette

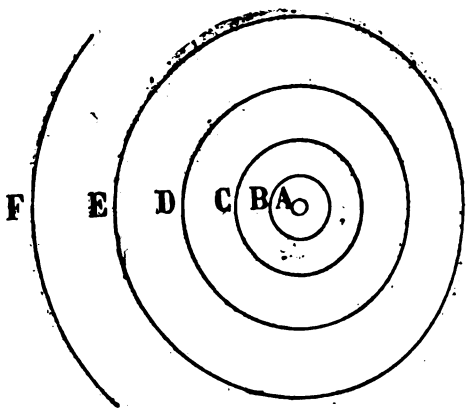


FIG. 412.

équation W_L et W_B par les valeurs que fournit le calcul de Bohr on retrouve la loi de Balmer.

En supposant les trajectoires numérotées à partir du centre, l'énergie du mouvement électronique sur la trajectoire de rang n est de la forme :

$$V = \frac{a}{n^2}$$

a désignant une constante que la théorie permet d'établir. En passant de la trajectoire B, d'ordre 2, à la trajectoire L, d'ordre n, l'énergie hf libérée sous forme de rayonnement de fréquence f est :

$$hf = \frac{a}{2^2} - \frac{a}{n^2} = a\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

En remplaçant les constantes a et h par leur valeur théorique on retrouve la loi de Bahner. On connaît aujourd'hui, dans le spectre de l'hydrogène, deux autres séries de lignes, l'une située dans l'infra-rouge, découverte par Paschen, l'autre dans l'ultra-violet observée par Lyman. La première correspond à la chute de l'électron sur l'orbite C, la seconde sur l'orbite A. Elles sont représentées respectivement par les formules :

$$f = 109.677.69 \times c\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right),$$

et :

$$f = 109.677.69 \times c\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

que permet d'établir la théorie de Bohr.

La même théorie permet de retrouver les raies émises par l'atome d'hélium privé d'un de ses électrons qui constitue un ion positif ; cet ion renferme un unique électron, comme l'atome neutre de l'hydrogène, et les calculs sont les mêmes.

La théorie de Bohr n'a pu être développée mathématiquement que pour l'hydrogène et l'hélium dont les structures atomiques sont particulièrement simples.

Pour les autres spectres, on peut concevoir un mécanisme d'émission analogue : un électron de la couche superficielle s'écarte du reste de l'atome pour décrire des orbites stationnaires plus ou moins éloignées ; il retombe sur une autre orbite plus rapprochée en émettant une raie. Mais les difficultés de calcul sont énormes : dès qu'il y a plus d'un électron on se trouve devant le pro-

Digitized by Google

blème des trois corps qui, depuis deux siècles, fait le désespoir des mathématiciens.

Alors que Bohr suppose que les orbites des électrons sont circulaires, Sommerfeld étend la théorie en considérant des orbites elliptiques. C'est en partant des formules fondamentales de la théorie de la relativité, c'est-à-dire en tenant compte de la variation de la masse des électrons avec la vitesse, qu'il a pu interpréter les détails de structure dans beaucoup de raies spectrales. L'introduction de la mécanique relativiste dans ces questions est rendue nécessaire par le fait que les vitesses des électrons dans l'atome ne sont pas négligeables par rapport à la vitesse de la lumière.

A. Bc.

Électricité

La sensibilité des cristaux de galène. — On sait que la *sensibilité* des cristaux de galène utilisés en T. S. F. comme détecteurs repose sur la propriété qu'ils possèdent, en commun avec quelques autres cristaux, de *rectifier* les courants alternatifs, c'est-à-dire de permettre un passage du courant plus facile dans un sens que dans le sens opposé, lorsque l'un des contacts est établi au moyen d'une fine pointe métallique reposant légèrement sur la surface du cristal. Jusqu'à ce jour, l'on n'avait pas encore proposé d'explication satisfaisante de cette propriété, découverte par Dunwoody en 1906.

Après plusieurs essais de théories basées sur les propriétés électrothermiques de ces cristaux, l'on a dû y renoncer, pour faire appel à la classe des phénomènes électrolytiques. Pourtant, dans cette direction les preuves expérimentales étaient jusqu'à présent restées assez pauvres. Un travail récent de A.-C. James (1) vient d'apporter une importante contribution à la nouvelle manière de voir, dont il présente une forme précisée et étendue. Les cristaux étudiés par cet auteur ont tous été préparés par lui, en chauffant à 1.150° C le sulfure de plomb précipité, en présence d'un peu de soufre pour éviter l'oxydation, et laissant ensuite refroidir très lentement. Le refroidissement lent est indispensable, car autrement la forme cristalline α, stable à haute température, subsiste en quantité notable à froid, à l'état d'équilibre apparent dans le cristal, et cette forme α n'a pas les propriétés rectifiantes du cristal ordinaire.

Lorsqu'un courant traverse un cristal de sulfure de plomb, la pointe étant négative (sens de la faible résistance), on constate que l'intensité croît d'abord régulièrement, pour atteindre au bout d'un certain temps une valeur constante. Si l'on renverse alors le courant, celui-ci diminue d'intensité, mais de façon plus ou moins désordonnée. Le phénomène paraît être de nature électrolytique. Pourtant, l'électrode négative n'accuse à la micro-balance aucun accroissement de masse, de sorte qu'il ne s'agit pas d'une électrolyse ordinaire : tout porte à croire que le métal mis en mouvement par le passage du courant, au lieu de se déposer à la cathode, forme à partir de celle-ci, et à l'intérieur du cristal, des filaments conducteurs. Lorsqu'aucun courant extérieur ne traverse plus le cristal, les filaments disparaissent lentement, ce qui peut s'expliquer par une action électrolytique locale dont le cristal serait le siège, et due à une sorte de force électromotrice de polarisation. De nombreuses expériences se dégage la conclusion qu'il existe une connexion étroite entre la conductivité unilatérale et la formation de ces filaments conducteurs dans la masse du cristal, à partir de la pointe négative qui le touche, car les circonstances qui font varier l'un des deux phénomènes, font aussi varier l'autre, et dans le même sens.

Nous allons voir que cette connexion s'explique aisément. En effet, Tubandt a montré que dans les électrolytes solides le courant est exclusivement transporté par les ions positifs : les ions négatifs y forment un réseau fixe, à travers lequel les ions positifs se déplacent avec une très grande facilité. Ainsi, dans le cas qui nous occupe, si le courant se rend à la pointe, les ions plomb vont se diriger vers la pointe, et donner lieu bientôt à un contact métallique entre la pointe et le cristal : le courant passera aisément. Si le courant chemine en sens inverse, les ions plomb vont quitter la pointe, qui va se trouver reposer sur une mince pellicule de soufre isolant, et le courant passera bien difficilement.

Cette théorie très simple, très plausible, édifiée sur un nombre considérable d'expériences que nous ne pouvons décrire ici faute de place, explique en outre la question jusqu'alors fort énigmatique des *points sensibles* de la galène. On sait que le sulfure de plomb cristallise en cubes, et qu'il possède la structure cubique simple. Dans un tel cristal, les plans (1,0,0) et les plans (1,1,0) sont mixtes : ils contiennent à la fois des ions plomb et des ions soufre; les plans (1,1,1), au contraire, sont formés alternativement, les uns uniquement d'ions plomb, les autres uniquement d'ions soufre. Suivant les plans (1,0,0) et (1,1,0), le mouvement des ions métal se trouve plus ou moins gêné par suite des chocs des ions mobiles contre les ions fixes de soufre. Au contraire, les plans (1,1,1) livreront un passage particulièrement aisé aux ions métalliques, et l'on aura dans ce cas un rapport élevé entre la conductivité dans le sens de la pointe négative, et la conductivité dans le sens opposé — rapport qui conditionne précisément la *sensibilité*. Un *point sensible* est d'après cela caractérisé par une orientation de la petite aire touchée par la pointe, telle que la conduction s'établisse dans cette région principalement suivant des plans (1,1,1). Les cristaux à structure grenue auront de nombreux points sensibles, à cause de la très grande diversité d'orientation des facettes qui les limitent.

L. Bruninghaus.

(1) *Phil. Mag.*, 49 (1925), 681-685.

Biologie

La Question du Rajeunissement. — Au sujet de mes travaux, ce qu'en général on ignore, et, au contraire, chose sur laquelle je me plais à insister, c'est que les succès que j'obtiens pour le Rajeunissement par le Sang Jeune ne sont qu'un corollaire d'un grand travail de philosophie biologique qui, à mon avis, a la plus grande portée.

Il est très difficile de le résumer en quelques lignes; cependant je vais tâcher de signaler quelques idées maîtresses de ce travail :

I. — La découverte de l'*Intériorisation*, laquelle jette le pont, depuis longtemps cherché, entre la Physique et la Biologie. Pour moi, la vie est caractérisée par un ensemble très complexe de mouvements incessants, lents, simultanés et variés d'*Intériorisation* et d'*Extériorisation*. Quand l'Intériorisation domine, nous avons la cohésion, l'affinité, le pôle attractif, la force centripète, la contraction coloniale formatrice des animaux, le sexe femelle, la racine des végétaux, etc..., etc... Quand, au contraire, l'Extériorisation domine, nous avons l'état gazeux, la dilatation, le pôle répulsif, la force centrifuge, la formation des végétaux et leur tige, le sexe mâle, etc., etc.

II. — Le développement et la prolongation de la loi, déjà admise, de la *Répétition de la Phylogénèse et de l'Ontogénèse*. Je considère, en effet, que, non seulement l'embryon répète, en abrégé, les phases de la création,

Digitized by Google

— l'accouchement étant une reproduction en miniature des cataclysmes glaciaires, — mais encore que l'enfance de chacun de nous est, en petit, une réédition de l'histoire de l'Antiquité.

Dans mon livre : « *Les Étapes de l'Histoire* », je démontre que l'humanité tout entière, — et non les peuples, comme on le croit souvent — manifeste une véritable croissance. Auguste Comte, Taine, Victor Hugo, Metchnikoff, Vaillant, Orton avaient déjà pressenti cette vérité. Je considère comme certaines les caractéristiques de cette répétition. Actuellement l'âge de l'Humanité correspond à la 17e année de l'individu.

III. — Dans « l'*Arbre Biologique* », reprenant les idées traditionnelles du moyen âge, j'ai apporté la démonstration scientifique de la correspondance entre les familles animales et les organes de notre corps, par exemple : la fonction respiratoire domine le groupe des oiseaux, la fonction digestive le groupe des reptiles; la fonction reproductrice, le groupe des vers, etc.

Ainsi l'Arche de Noé serait le symbole du corps humain, synthèse de toutes les catégories animales de notre planète. Notre corps contient un océan en miniature, dans lequel flottent tous les êtres.

Dans mon ouvrage : « *L'Intériorisation* », j'établis, au chapitre VI, « l'Individu et la mort », que l'Immortalité est l'apanage de la vie, et que la Mort est la rançon de l'Individualisation. La vieillesse serait due à un excès d'intériorisation que ne compense pas un mouvement contraire d'extériorisation. Ce mouvement d'extériorisation, je le provoque par un apport de sang jeune, et ce sang jeune agit en modifiant le milieu d'une façon biologique à la manière d'un vaccin, d'où les petites quantités que j'injecte à chaque fois.

Partant de ce principe affirmé par plusieurs biologistes, que les animaux unicellulaires n'ont pas d'âge et peuvent vivre à l'infini, j'ai entrepris une série d'expériences au laboratoire du Jardin d'Acclimatation. Je me suis adressé tout d'abord à des Infusoires dégénérés (c'était la première fois que semblable expérience était tentée) : dans un milieu sans cesse renouvelé, ou par un apport de jeunes, ces Infusoires ont été complètement régénérés.

Se conjuguer ou vivre dans un milieu constamment renouvelé, c'est se désindividualiser un peu. Nous ne pouvons nous maintenir qu'en intériorisant constamment, du dehors, des substances qui changent plus ou moins notre individualité, tandis que la captivité empêche ces échanges et accumule les déchets.

Les cellules de notre corps, loin de se trouver dans des conditions idéales, sont au contraire, comme les infusoires étudiés par Maupas, captives dans un milieu mal renouvelé.

Ces considérations m'ont amené, dès 1917, à écrire que « par la transfusion du sang, en choisissant les sujets, on pourrait rajeunir l'homme et retarder la « mort ».

De la régénération des unicellulaires je suis passé à celle d'animaux supérieurs : juments, chèvres, chiens. Sous l'action des injections de sang jeune les résultats ont dépassé toute attente.

Devant des résultats aussi concluants, j'ai transporté ma méthode sur les humains. Grâce à la classification des groupes sanguins et au mariage des sangs, j'ai trouvé pour chaque malade les donneurs correspondants. Là aussi les résultats ont été complets et nombreux les malades, affaiblis, neurasthéniques ou séniles qui ont été stimulés, activés et régénérés.

Ainsi donc un grand pas serait fait dans la lutte contre la vieillesse. Si l'on considère les progrès que peuvent faire d'ici un ou deux siècles les méthodes actuelles de rajeunissement, les plus grandes espérances sont autorisées. Au milieu de difficultés de toutes sortes une voie nouvelle est ouverte à la Science et il ne paraît plus téméraire d'affirmer que, bientôt, cette même Science aura rendu à l'humanité le plus immense service en arrachant à la Longévité une partie de son secret.

Dr Hélau Jawonski.

Statistique

L'exportation des bois de Suède. — On sait que la Suède possède 19 millions d'hectares de forêts (1) (France en 1914 près de 10 millions d'hectares) représentant 40 % de la superficie du pays (France 18,7 %).

Les exportations sont évaluées dans les transactions en standard valant 4 m³ 672.

Voici quelques-unes des exportations annuelles depuis 1913, d'après un tableau publié par *l'Écho Forestier* :

1913	1.098.532	standards	soit 5.132.000 m³
1919	910.858	—	
1920	1.001.146	—	
1921	544.073	—	
1922	1.032.185	—	
1923	927.547	—	
1924	933.942	—	

La plus forte exportation est celle destinée à la Grande-Bretagne. La France vient au deuxième rang parmi les acheteurs, le Danemark, l'Espagne, la Hollande puis la Belgique sont, dans l'ordre, les plus gros acheteurs de bois de Suède.

Les exportations de 1924 se répartissent ainsi :

Grande-Bretagne et Irlande	351.200	standards
France	143.700	—
Allemagne	23.640	—
Hollande	77.000	—
Belgique	59.350	—
Danemark	80.000	—
Espagne	80.400	—
Autres pays d'Europe	38.130	—
Afrique du Sud	25.570	—
Australie	18.120	—
Autres pays d'outre-mer	36.600	—

L. R.

(1) La Norvège possède 12 millions d'hectares donnant lieu aussi à une importante exploitation de bois très appréciés.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie Civil

La 3e Conférence Internationale des Grands Réseaux électriques à Haute-Tension. — La 3e Conférence des grands réseaux électriques qui s'est tenue à Paris, du 16 au 25 juin dernier, a réuni 225 délégués étrangers; 50 associations ou administrations y étaient représentées et ont ainsi pris part à la discussion de 85 rapports.

Ces discussions, fort intéressantes, seront reproduites dans le compte-rendu de la Conférence par les soins du

Digitized by Google

Secrétariat général, 25, boulevard Malesherbes, à Paris.

M. Mailloux a été chargé de préparer une enquête internationale sur la production de l'énergie et les conditions d'utilisation des divers combustibles.

M. Norberg Schultz, premier délégué norvégien, étudiera un modèle de statistique permettant d'établir uniformément dans tous les pays, les statistiques de production, de transmission et de distribution de l'énergie électrique, d'analyser et de comparer ces résultats au point de vue économique.

La Conférence a exprimé, en outre, les vœux suivants :

1° Un cahier des charges unique pour la fourniture des huiles minérales employées dans les transformateurs et les interrupteurs devrait être établi par la Commission Électrotechnique Internationale ;

2° La tension d'épreuve à appliquer aux inducteurs des machines synchrones et des commutatrices devrait être basée, non sur la tension normale aux bornes mais sur la tension qui peut se produire en service ;

3° Le programme de la prochaine session (juin 1927) devrait comporter l'étude des questions suivantes :

a) essais électriques de choc sur les isolateurs et comparaison avec les essais de haute fréquence, dans le but de déceler les défauts internes de fabrication ;

b) essais de température et essais mécaniques et électriques en vue d'en tirer des conclusions sur la conservation et la durée des isolateurs de divers types.

c) règlement international pour la fourniture et la réception des isolateurs.

D'ores et déjà les travaux de la dernière conférence ont abouti à des conclusions intéressantes.

Sans doute le problème du chauffage des chaudières (1) n'a pas été résolu d'une manière définitive (d'où l'intérêt du rapport de M. Mailloux au prochain Congrès), mais nous avons eu des précisions sur les progrès des alternateurs, notamment des gros turbo-alternateurs auxquels on arrive à donner une réaction d'induit très faible, ce qui assure la stabilité du fonctionnement et garantit contre les phénomènes d'auto-amorçage.

Signalons une intéressante communication au sujet d'un alternateur qui peut fournir du courant à 50 ou à 25 périodes par seconde de manière à pouvoir alimenter momentanément deux réseaux. Un nouvel appareil sélecteur de synchronisme, permettant le couplage automatique des alternateurs, a été signalé.

La discussion des rapports présentés au sujet des échanges d'énergie entre centrales montre que ce problème est loin d'être résolu, mais des transformateurs à prises multiples de tension allant jusqu'à 110.000 volts ont été réalisés ; une machine régulatrice à double excitation, d'un fonctionnement très stable, permet de régler la circulation de courant actif ou réactif sur deux lignes à volonté ; on tend à remplacer les inductances par des interrupteurs, sauf entre machines. Enfin on a reconnu qu'il était possible d'interconnecter des réseaux à fréquences différentes.

Le principe de réciprocité appliqué au calcul et au fonctionnement des grands réseaux électriques ainsi que le calcul vectoriel des courants triphasés ont donné lieu à des développements mathématiques d'un grand intérêt. MM. Backer et Van Staveren ont présenté une machine de leur invention qui permet l'analyse des phénomènes physiques de la marche en parallèle des centrales et le contrôle des calculs ; une série de résultats théoriques ont été confirmés.

La question des huiles pour transformateurs et celle de la tension d'épreuve à adopter pour la réception des machines ont donné lieu aux vœux signalés plus haut.

On a reconnu que les postes en plein air sont économiques même pour des tensions relativement basses : 33.000 volts certainement, 15.000 volts peut-être.

***

La construction des lignes haute-tension a été très bien étudiée par la délégation italienne. M. Shibusawa, du Japon, a exposé les précautions qu'il eût fallu prendre pour limiter les effets désastreux du dernier tremblement de terre, ces considérations sont applicables à tous les réseaux en vue de limiter les conséquences d'un incendie.

Les supports en béton armé sont employés jusqu'aux plus hautes tensions (ligne de 130.000 volts en Italie), dans les pays riches en bois, on peut employer des poteaux imprégnés à chaud par le procédé Furnos (ligne de 66.000 volts en Australie).

Les isolateurs en verre commencent à concurrencer sérieusement les isolateurs en porcelaine. M. Austin, des États-Unis, a montré les avantages du dispositif appelé « Réprimeur » qui élève de beaucoup la tension d'amorçage des arcs.

Un exposé du fonctionnement à la tension de 130.000 volts de 3 câbles creux souterrains à circulation d'huile montre que l'on peut faire passer dans le sol les lignes de transport à haute tension, précieux avantage des agglomérations.

On a étudié le balancement des câbles aériens qui peut entraîner des accidents en rapprochant ces câbles à une distance qui permet l'amorçage d'un arc.

M. Faccioli a présenté une étude cinématographique des étincelles à haute tension.

Faut-il employer des appareils de protection ou renforcer l'isolement des sections exposées aux surtensions ? La discussion a montré une tendance en faveur de la première méthode.

***

La question de la régulation et celle de l'amélioration du facteur de puissance ont été étudiées.

Le compensateur synchrone est recommandable mais il faut, avant tout, améliorer le facteur de puissance des réseaux aux points d'utilisation. Les moteurs asynchrones synchronisés semblent préférables pour les fortes puissances et les moteurs à cage d'écureuil pour les faibles puissances.

Plusieurs réseaux emploient les ondes hertziennes dirigées par les câbles pour leurs communications téléphoniques.

***

D'intéressants échanges de vues au sujet de la réglementation des lignes de transport d'énergie ont fait apparaître l'impossibilité d'une réglementation internationale ; certains pays se rallient à la conception italienne de l'entente directe entre intéressés ; d'autres pays préfèrent la conception belge, c'est-à-dire une réglementation précise et détaillée fournissant à l'avance la solution de tous les cas particuliers.

***

On a reconnu qu'il était possible de développer, grâce à des tarifs avantageux, l'emploi de l'électricité aux

(1) A ce sujet, dans notre dernier article (n° 14 du 25 juillet 1925) une erreur typographique nous a fait dire, en rendant compte des essais de l'appareil Rex aux mines de l'Escarpelle, que les cendres ne contenaient que 10 % d'imbrûlés — ce qui aurait été beaucoup — alors que c'est seulement *un* pour cent qu'il faut lire, résultat particulièrement remarquable.

Digitized by Google

heures de faible charge des centrales. On espère beaucoup aussi voir se développer les applications agricoles.

Des rapports ont fourni des renseignements précieux sur l'organisation et le développement des grands réseaux, sur la transmission de l'énergie à longue distance, sur la mesure de l'énergie et des pertes, sur la normalisation des tensions, etc...

***

Si la 3e Conférence internationale des grands réseaux électriques n'a apporté aucune révélation nouvelle, elle a montré que les questions que soulèvent : la production de l'énergie électrique, la construction et l'isolation des lignes, et l'exploitation des réseaux sont suivies dans les principaux pays et donnent lieu à des perfectionnements incessants.

Les visites du laboratoire à 1.000.000 de volts d'Ivry, de la grande centrale de Saint-Ouen (180.000 kilowatts), de la nouvelle génératrice à 600.000 volts des Ets Gaiffe-Gallot et Pilon, de la grande centrale de Gennevilliers (240.000 kilowatts en fonctionnement, 100.000 en construction) et de la sous-station à 150.000 volts de la Cie des Chemins de fer d'Orléans, à Chevilly près Paris, ont donné une idée de l'importance des réalisations de l'Électrotechnique française et illustré, une fois de plus, les bienfaits de l'alliance de la Science et de l'Industrie.

Edmond Marcotte.

Industrie

L'extinction de la chaux. — L'extinction ou hydratation de la chaux est une opération toujours assez délicate. Un des appareils qui donne de bons résultats est l'extincteur Schulthess qui fonctionne sans broyage préalable de la chaux lorsqu'elle sort du four : en outre cet appareil élimine les poussières nuisibles. Il peut fonctionner de trois manières .

1° Lorsque l'hydrate peut être mélangé de petites quantités de matières étrangères, telles que le sable, la chaux, les cendres, du calcaire non cuit, sous forme de poudre fine déchargée de l'appareil de blutage, broyées et rajoutées à l'hydrate, comme on le fait pour la chaux hydraulique et pour les chaux à mortiers. (*Rev. des Matériaux de Constr. et de Trav. publ.*, O'Lecram, d'après *Rockproducts.*)

Dans ce cas la chaux entre dans la machine d'extinction à la grosseur à laquelle elle sort du four, sans aucun broyage préalable, et l'hydrate sortant de l'extincteur est conduit, par un élévateur, à un réservoir assez grand pour contenir la production de la journée. Du réservoir, il passe, au moyen d'un alimentateur automatique, dans un élévateur qui, à son tour, se décharge dans un séparateur à air. D'un côté, l'hydrate fini tombe dans les sacs, tandis que de l'autre passent, sous forme de grains, toutes les matières étrangères. Ces fines parcelles de chaux incuites ou surcuites, de sable, de petits cailloux, charbons, etc... qui sortent du four sont conduites à un pulvérisateur. Ces matières étrangères, alors réduites en poudre extrêmement fine et qui représentent environ 5 % de la quantité passée dans l'hydrateur, sont de nouveau ramenées au réservoir, puis dans l'élévateur, et mélangées avec l'hydrate sortant du séparateur à air.

2° Dans le second cas, l'hydrate est exempt de matières étrangères, et le pulvérisateur est par conséquent inutile. Le processus est alors le suivant : la chaux, telle qu'elle sort du four, est vidée dans un élévateur qui la monte dans un réservoir, elle est amenée à l'hydrateur par un alimentateur automatique et l'hydrate qui sort de l'hydrateur est amené dans des silos de stockage d'où il sera repris plus tard et livré au séparateur à air : la partie sortant de cet appareil est alors mise en sacs, tandis que la décharge, c'est-à-dire les matières étrangères contenues dans la chaux, sont éliminées. Si l'hydrate doit être utilisé pour les besoins de la chimie, on emploiera cette méthode, car dans ce cas, aucune matière étrangère, même broyée en poudre fine, ne doit être mélangée à l'hydrate.

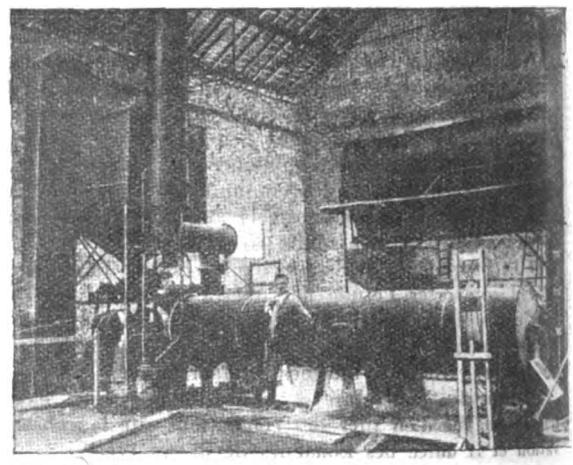


Fig. 413. — Hydrateur à chaux.

3° Dans la troisième méthode, généralement utilisée pour les usines de produits chimiques, la condition essentielle est que l'hydrate doit arriver aussi vite que possible dans le réservoir final, et un refroidissement intermédiaire est alors rendu nécessaire. L'hydrate sortant de l'hydrateur est à une température de 50 à 60° : il y a donc un convoyeur de refroidissement monté entre l'hydrateur et le séparateur à air qui a pour but de refroidir rapidement l'hydrate. La construction de ce convoyeur de refroidissement a la forme d'un mur double qui peut être monté, suivant les conditions locales, au-dessus, derrière, au-dessous ou à côté de l'hydrateur. Un contre-courant d'eau circule dans l'espace de refroidissement, ce qui active l'opération ; la même eau sert continuellement. Ce dispositif est surtout employé pour la production du chlorure de chaux. La décharge du séparateur à air est transportée au loin et il n'y a que l'hydrate de chaux pur qui entre dans le silo de stockage.

L. Fr.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 *août* 1925

PHYSIQUE DES RADIATIONS. — *A. Grumbach* et *S. Schlivitch* (transm. par M. Cotton). — **Variation de la tension superficielle des liquides sous l'influence du rayonnement.**

Aucune action du rayonnement sur la constante capillaire des liquides n'avait été constatée jusqu'à présent. Pour s'assurer de son existence, les auteurs ont employé la méthode suivante : on introduit un index liquide dans un tube cylindrique horizontal ; si la tension superficielle

Digitized by Google

varie sur l'un des ménisques, le liquide mouillant le verre se met en marche dans la direction où la tension superficielle est la plus grande. On mesure les déplacements au moyen d'un microscope muni d'un micromètre oculaire; l'index constitué par le liquide actif se déplace du côté du ménisque éclairé par la lampe à mercure, le reste du liquide étant maintenu dans l'obscurité.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Sur la détermination du coefficient d'hystérésis au moyen d'appareils à aimant tournant.**

L'hystérésimètre imaginé autrefois par l'auteur ne permet pas d'obtenir dans les paquets de tôles annulaires des inductions très élevées et, en outre, ne donne pas une mesure absolue d'hystérésis. On peut remédier à ces inconvénients en accroissant considérablement l'induction par la réduction du nombre de tôles employées, puis en faisant varier cette induction en ajoutant au-dessus des pôles, de l'aimant tournant, un shunt magnétique en forme d'anneau plat, fixé de manière qu'on puisse le rapprocher verticalement à une distance plus ou moins grande de l'aimant tournant.

— *C. Gutton* et *E. Pierret* (trans. par M. G. Ferrié). — **Perturbations aux extrémités d'une ligne qui est le siège d'ondes électromagnétiques stationnaires.**

L'étude des harmoniques permet de déterminer la perturbation aux extrémités d'une ligne et de construire une courbe donnant la valeur de cette perturbation pour les diverses longueurs d'onde (*C. R.* 180, 1925, p. 1910). Un oscillateur dont la longueur d'onde fondamentale est assez longue pour que la perturbation aux extrémités soit négligeable, fournit aussi des harmoniques dont la longueur d'onde se trouve connue d'avance. La détermination des positions du pont qui correspondent aux résonances de ces harmoniques permet donc de connaître la perturbation aux extrémités pour des ondes courtes.

ÉLECTROCHIMIE. — *H. André* (trans. par M. G. Ferrié). — **Conductibilité par les colloïdes métalliques et ses applications électrotechniques.**

En électrolysant de l'acide sulfurique concentré, avec deux électrodes en argent pur, on constate que la résistivité du liquide diminue progressivement ainsi que l'électrolyse qui cesse complètement quand la différence de potentiel entre les électrodes s'est annulée. L'examen à l'ultramicroscope décèle dans l'acide sulfurique la présence de micelles d'argent colloïdal. Même résultat avec l'acide orthophosphorique. Avec une électrode d'argent colloïdal et un autre métal à oxyde isolant et inattaquable, on obtient un redresseur de courant apte à la recharge des accumulateurs, ou un relais polarisé. L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Kopaczewski* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **La turgoélectricité.**

Ce serait une source nouvelle d'électricité correspondante au gonflement des gels, comme s'il se produisait une modification de la répartition des charges électriques, par suite de l'ionisation de l'eau. On expliquerait ainsi quelques anomalies de certains indicateurs de PH. De nombreuses expériences avec l'électromètre capillaire sont citées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault.* — **Un exemple d'éther-oxyde d'hydrate de cétone. Acides benzylphényléthylsuccinIques.**

Il convenait d'affirmer l'existence de la fonction éther-oxyde dans l'acide amidé étudié. Une série de réactions conduisent à un acide bibasique, l'acide benzylphényléthylsuccinique fondant à 170°, susceptible de se transformer en acide: fondant à 125° on a deux stéréoisomères racémiques. A. RIGAUT.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Amé Pictet, Werner Scherrer* et *Louis Helfer.* **Sur la présence de l'argon dans les cellules vivantes.**

La levure sèche contient 0,28 à 0 cm³ 31 d'argon par gramme. L'argon fait aussi partie intégrante de la matière même du caillot sanguin et de la cervelle. 1 gramme de cervelle sèche contient 0 cm³ 86 d'argon, soit trois fois plus que la levure.

— *P. Petit.* — **Sur la liquéfaction de l'empois d'amidon.**

L'auteur a pu obtenir la liquéfaction de l'empois par des doses extrêmement faibles de sels minéraux en réglant convenablement l'acidité du milieu.

La clarification de l'empois se fait facilement dans des flacons de 200 à 250 cm³ en verre ordinaire, beaucoup moins régulièrement dans des fioles coniques en pyrex et très rarement en opérant sur des quantités plus considérables d'empois placées dans des ballons qui ne sont pas agités mécaniquement. Il semble que le verre cède de la silice et que celle-ci vienne s'ajouter à celle qui existe déjà dans l'empois pour faciliter la clarification.

GÉOLOGIE. — *Louis Glangeaud.* — **Sur l'existence de l'Aptien dans la région littorale de la province d'Alger et sur sa signification tectonique.**

L'existence d'Aptien supérieur ou d'Albien inférieur dans le flysch gréseux, ses relations tectoniques avec les régions voisines, l'intercalation d'une lame de Trias à son contact avec les autres terrains conduisent l'auteur à nier la présence du Crétacé supérieur dans cette formation, et à admettre que son contact avec la région plus méridionale est un *contact anormal*, résultant d'une poussée vers le Sud, d'âge antéburdigalien. Après le Burdigalien, un système de plis plus simples, quelquefois légèrement déversés, a été surimposé à cette tectonique et masque la structure antérieure.

LITHOLOGIE. — *V. Agafonoff* et *Mlle Malichef.* — **La terre à brique et l'ergeron (lœss récent) du plateau de Villejuif.**

L'ergeron du plateau de Villejuif est un lœss éolien typique. A l'époque de son dépôt, ce plateau était couvert par une steppe. La terre à brique provient de la décalcification de l'ergeron et indique un changement du climat, devenu plus humide.

BOTANIQUE. — *Mlle Aimée Camus* (prés. par M. H. Lecomte). — *Hitchcockella*, **genre nouveau de Bambusées malgaches.**

L'auteur donne la description d'une nouvelle espèce de Bambou à laquelle elle donne le nom d'*Hitchcockella Baroni*. Par l'addition du genre *Hitchcockella*, le nombre des genres de Bambusées malgaches se trouve ainsi porté à neuf.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Kayser, Mlle Eliane Le Breton* et *Georges Schaeffer* (prés. par M. Roux). — **Grandeur de la respiration des tissus et masse active au cours du développement des organismes.**

La respiration élémentaire des tissus homologues d'individus différents, d'une même espèce, est d'autant plus grande qu'ils appartiennent à des organismes plus jeunes, c'est-à-dire dont la cytomorphose est moins avancée et la teneur en masse active plus grande. La respiration élémentaire devient la mesure physiologique de l'âge d'un organisme comme le degré de cytomorphose en est la mesure morphologique.

— *J.-G. Szuman* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **La structure de la membrane testacée de l'œuf.**

L'espace vide nommé chambre à air se forme entre deux membranes, membranes qui diffèrent entre elles non seulement par la grandeur et la position des fibres, mais aussi par leur composition chimique. Cet espace est occupé par les gaz qui pénètrent par la membrane interne.

La formation de la chambre à air, au gros bout, ne semble

Digitized by Google

pas dépendre de la structure de la membrane, bien que la disposition permettant le clivage *au gros bout* soit déjà réalisée dans l'oviducte.

MICROBIOLOGIE. — *G. Guittonneau* (prés. par M. Lindet). — **Sur la transformation du soufre en sulfate par voie d'association microbienne.**

L'auteur a montré antérieurement que certains micro-organismes isolés d'une terre additionnée de soufre, sont capables de solubiliser ce métalloïde à l'état d'hyposulfites, tout en oxydant l'acide organique d'un sel ammoniacal (succinate), dans une solution nutritive synthétique.

Dans cette même solution nutritive, et en présence de doses convenables de succinate d'ammoniaque, l'auteur a pu obtenir, par voie d'association microbienne, une importante formation de *sulfates*. Il lui a suffi pour cela d'adjoindre à l'action d'un des producteurs d'hyposulfites celle d'un micro-organisme, isolé de la même terre, et capable de transformer les *hyposulfites* produits en *sulfates*.

L'espèce microbienne qui transforme les hyposulfites en sulfates est un bacille mobile qui ne reste pas coloré par la méthode de Gram, liquéfie lentement la gélatine, trouble le bouillon peptoné dans lequel il forme en outre un dépôt muqueux. P. GUÉRIN.

Séance du 17 août 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *André Bloch* (transm. par M. Hadamard). — **Sur la non-uniformisabilité par les fonctions méromorphes des variétés algébriques les plus générales.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Lusin* (prés. par M. E. Borel). — **Sur le problème de M. Émile Borel et la méthode des résolvantes.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Ragnar Frisch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les semi-invariants de Thiele.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Mlle S. Creanga* (prés. par M. Appell). — **Nouvelles propriétés des courbes de courbure normale constante ; leur rôle dans la représentation des surfaces sur les surfaces parallèles. Applications**

PHYSIQUE. — *Y. Rocard* (trans. par M. A. Cotton). — **Diffusion de la lumière et rapport des retards absolus dans le phénomène de Kerr.**

La dépolarisation ρ de la lumière diffusée par un fluide et le rapport ψ des retards absolus dans ce même fluide sont liés par une relation dont la forme dépend de l'idée que l'on se fait du mécanisme de la diffusion, d'une part, et du mécanisme de l'électrostriction d'autre part. Les formules indiquées par l'auteur montrent que les mesures de ρ et ψ se contrôlent mutuellement.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.**

Deux Notes antérieures étaient consacrées à l'étude de six gaz formés d'atomes légers, O^2, CO, NCH, NH^3, H^2O, CH^4. La vapeur d'eau avait permis des observations plus nombreuses et plus étendues qu'avec les cinq autres gaz ; cependant, l'auteur présente aujourd'hui un nouveau tableau des bandes de l'ammoniac plus complet que le précédent et semblable à celui déjà publié pour la vapeur d'eau.

De nouvelles recherches ont été effectuées sur les bandes d'absorption de HF, HCl et H Br, ce qui porte à neuf le nombre des corps examinés. Tout en signalant combien ces recherches ont été fructueuses, il y a lieu, ajoute M. Deslandres, de les poursuivre avec une précision plus grande des mesures sur l'échelle entière des vibrations, c'est-à-dire jusqu'à 3.000 .

ÉLECTRICITÉ. — *A. Dauvillier* (trans. par M. M. de Broglie). — **Recherches sur le tube de Crookes.**

L'appareil utilisé est un tube à vide en verre alcalin, muni de deux électrodes cylindriques, symétriques et à fond plat, en ferro-chrome Philips, directement soudés au verre. Trois séries de mesures ont été effectuées et les résultats en sont exposés dans un tableau. Il est à remarquer, notamment que la somme des puissances dépensées aux électrodes augmente lorsque la puissance diminue, mais qu'elle ne dépasse guère la moitié de la puissance totale consommée. L'hydrogène a été rapidement absorbé sous tous les régimes. La partie utile de l'afflux cathodique, au point de vue de l'émission d'électrons, semble être toujours constituée de protons, quelle que soit la nature du gaz contenu dans le tube et la source initiale en est, au moins partiellement, l'anode.

MÉTÉOROLOGIE. — *William Herbert Hobbs.* — **L'asymétrie de la circulation atmosphérique.**

Le Nord polaire est un bassin occupé par l'Océan recouvert par la banquise, tandis que le Sud polaire est constitué par un continent recouvert de glace, d'une hauteur de 3.000 mètres environ. Cependant, les conditions atmosphériques sont considérées aujourd'hui comme absolument semblables. Celles du Groenland qui possède aussi une calotte de glace de 3.000 m. environ sont sensiblement les mêmes qu'au Sud polaire.

Les anticyclones glacials du Groenland et de l'Antarctique sont le pôle du vent N et le pôle du vent S du globe ; les courants d'air plongent vers la surface, puis se dirigent en sens inverse. L'asymétrie du système, due à la position exentrique et à l'étendue moins vaste du Groenland, explique le déplacement vers le Nord des zones de haute pression dans les latitudes inférieures. A cet égard, les plus grandes différences s'observent entre les méridiens de 40° O et 140° E qui partagent en deux le continent du Groenland.

SISMOLOGIE. — *E. Rothé, J. Lacoste* et *Mme A. Hée* (prés. par M. Bigourdan). — **Tremblements de terre en France en 1924.**

En 1924, il y a eu en France vingt-quatre tremblements de terre ; dans ce chiffre ne sont pas comprises les répliques qui ont suivi plusieurs d'entre eux. Comme toujours les phénomènes les plus importants se sont produits dans la région des Pyrénées. Un tableau groupe par régions et départements ces vingt-quatre tremblements de terre.

L. FRANCHET.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse* et *A. Hieulle* (prés. par M. Emile Roux). — **Identification de l'acide glyoxylique par l'action de l'hydrazine et du xanthydrol à l'état d'acide dixanthyl-hydrazone-glyoxylique.**

Pour préparer l'acide dixanthyl-hydrazone-glyoxylique on introduit peu à peu en agitant : xanthydrol 1 gr., acide acétique 200 cmc dans acide glyoxylique 0 gr. 2, eau 200 cmc, hydrate d'hydrazine à 50 %, 5 gouttes. On ajoute de l'eau jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité, on agite, on essore, on lave et on sèche entre des feuilles de papier à filtrer. On délaye dans l'alcool à 96°, on ajoute de la soude en solution alcoolique $\frac{N}{1}$ jusqu'à réaction alcaline. L'addition d'acide acétique à la liqueur centrifugée provoque la formation d'un précipité cristallisé. Celui-ci dissous dans $CHCl^3$ légèrement chauffé, précipité par l'éther de pétrole, séché au-dessous de 100° retient une molécule d'eau qui disparaît par long chauffage dans le vide ou à 105°. A. RIGAUT.

Séance du 24 août 1925.

HYDRODYNAMIQUE. — *L. Escande.* — **La similitude étendue aux grandes vitesses.**

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* (trans. par

Digitized by Google

M. A. Cotton). — **Calcul du pouvoir rotatoire d'une molécule tétraédrique.**

L'auteur avait indiqué précédemment comment la considération du champ intramoléculaire suffisait au calcul numérique de l'activité optique d'une molécule asymétrique quelconque. La restriction introduite au sujet de l'*isotropie atomique*, n'est pas nécessaire : dans les premiers calculs, les développements avaient été arrêtés aux termes du second ordre qui s'annulent identiquement pour un groupement d'atomes isotropes. Une analyse plus avancée a montré qu'il n'en était plus de même pour les termes du *troisième ordre*. Autrement dit : l'existence du pouvoir rotatoire, dans une molécule asymétrique, n'est pas incompatible avec l'isotropie optique des atomes. Cette conclusion permet de supprimer toute hypothèse relative à la nature de la biréfringence atomique ; le pouvoir rotatoire est ainsi complètement calculable au même titre que la biréfringence.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Cabannes* et *J. Dufay* (trans. par M. A. Cotton). — **Mesure de l'altitude de la couche d'ozone dans l'atmosphère.**

L'auteur a obtenu des valeurs voisines de 50 kilom. (par exemple : 48 km., le 10 mars ; 53, le 4 juin, 48, le 8 juin). L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *C. Sauvageau.* — **Sur une Floridée (*Polysiphonia Doubletii mscr.*) renfermant de l'iode à l'état libre.**

Une touffe fraîche de *P. Doubletii*, rapidement lavée et essorée, ne rosit le chloroforme que si on l'écrase ; cette coloration provient bien de l'iode, car elle persiste si l'on ajoute de l'eau ; elle disparaît par l'addition d'une goutte d'une solution très diluée de bisulfite de soude, l'iode libre passant alors à l'état ionisé ; par l'addition de nitrite de soude, puis d'acide sulfurique dilué, l'iode redevient libre et colore de nouveau le chloroforme en rose.

Les *ioduques*, qui renferment l'iode, apparaissent tout près du sommet d'accroissement, et parfois, même dans la première cellule séparée par une cloison longitudinale.

LITHOLOGIE. — *Agafonoff* et *Mlle Malichef* — **Quelques considérations sur les limons inférieurs (lœss anciens).**

Les limons inférieurs (lœss anciens) des environs de Paris sont beaucoup moins développés, moins calcareux, beaucoup plus hétérogènes, plus grossiers que les limons récents (ergeron et terre à brique) ; les grains de leur sable, grossier et moyen, sont toujours roulés ; ils sont dépourvus de Mollusques. Toutes ces particularités montrent le rôle important joué par le ruissellement et l'eau d'infiltration dans la formation de ces limons. Quant au panaché on est porté à penser que c'est un dépôt d'eau douce à faible courant et que les tubes mangano-ferrugineux ont été formés par la putréfaction de racines de plantes aquatiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Bordas, François-Dainville* et *Roussel* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **L'élimination de l'acide benzoïque et des benzoates dans l'économie.**

L'ingestion de benzoate de soude d'une façon continue, comme il en adviendrait si l'on en généralisait l'emploi à la conservation de toutes les matières alimentaires périssables, serait susceptible de provoquer des désordres plus ou moins graves du fait de son accumulation dans l'économie.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Paillot* (prés. par M. Paul Marchal). — **Sur la grasserie du Ver à soie.**

Le parasite de la grasserie commence d'abord par se multiplier dans le cytoplasme des cellules réceptives. Le stade intracytoplasmique est de courte durée ; le parasite disparaît bientôt du cytoplasme et pénètre dans le noyau où il se multiplie rapidement, d'abord dans la zone périphérique.

L'auteur envisage un certain nombre de mesures pratiques destinées à réduire au minimum les dangers d'infestation. Une surveillance spéciale doit être exercée sur les élevages dont la récolte est destinée à la reproduction. Les magnaneries doivent être bien aérées et peu chauffées. Le délitage à la main doit être abandonné et remplacé par le délitage ou moyen de papiers perforés ou tout autre système analogue. Les vers doivent être tenus aussi espacés que possible sur les claies ; en aucun cas, ils ne doivent chevaucher les uns sur les autres. P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Théorie nouvelle de la probabilité des causes, par Stanislas MILLOT. In-8° de 40 pages, avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr.

On se rappelle que Laplace, exposant en 1812 le plan de sa théorie analytique des probabilités, mettait la probabilité des causes au premier rang des questions les plus délicates, les plus difficiles, et en même temps, les plus utiles de cette théorie. En fait Laplace a résolu un grand nombre de ces problèmes : M. Stanislas Millot, capitaine de frégate, s'est proposé de les reprendre, de manière à rendre plus accessibles les idées directrices de la solution et à faciliter les calculs auxquels elle conduit. Il est parvenu à édifier un exposé qui répond à ces desiderata, et dont les éléments avaient été communiqués à l'Académie des Sciences, par M. Maurice d'Ocagne (t. 176, pp. 30, 564, 1126, 1695). G. BOULIGAND.

Traité du calcul des probabilités et de ses applications, par Émile BOREL, membre de l'Académie des Sciences. Tome I, fascicule I : *Principes et formules classiques du calcul des probabilités*, rédigé par M. René LAGRANGE. — Tome II, fascicule III : *Mécanique statistique classique*, rédigé par M. Francis PERRIN. 2 volumes in-8° de 150 pages, Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 18 fr. le volume.

M. Émile Borel, à qui l'on doit de remarquables progrès dans la théorie des probabilités, s'est proposé de rassembler dans un grand traité les résultats essentiels de cette théorie et de ses applications. Pour la facilité des lecteurs, provenant de publics très différents, il a subdivisé la publication en fascicules, pouvant se lire indépendamment les uns des autres. Deux fascicules sont dès à présent parus.

Le fascicule I du tome I traite des principes généraux. Je dois me borner ici à en indiquer les grandes subdivisions. L'Auteur distingue les problèmes du premier et du deuxième ordre, ceux-ci étant des problèmes dont les événements sont des probabilités du premier ordre. Dans chaque cas, il étudie tour à tour les questions de probabilités discontinues, de probabilités continues et de probabilités dénombrables. L'ouvrage se termine par un important chapitre sur la statistique, et par deux notes, rédigées entièrement par M. René Lagrange, relatives aux valeurs moyennes et aux polynomes d'Hermite-Tchebychef.

Le fascicule III du tome II est consacré aux théories classiques de la Mécanique statistique, les questions qui touchent à la théorie des quanta étant réservées pour un fascicule ultérieur. Après avoir rappelé les équations générales du mouvement d'un système holonome à liaisons parfaites et indépendantes du temps, l'Auteur définit la probabilité élémentaire en Mécanique statistique, expose les fondements de la théorie cinétique des gaz, étudie l'influence des chocs sur la répartition des vitesses,

Digitized by Google

puis la probabilité d'un état macroscopique quelconque. Ces notions générales sont ensuite appliquées à l'interprétation de notions usuelles, pression, température, chaleur spécifique d'un gaz parfait, à la détermination du libre parcours moyen, à l'étude de la diffusion des gaz, et à des questions diverses.

Ces deux fascicules font bien augurer des autres, que le public scientifique attendra impatiemment. La collection s'annonce brillante et affirmera le juste renom scientifique de la France. G. BOULIGAND.

Cours de Mathématiques Générales. Seconde partie : *Géométrie analytique à trois dimensions, calcul intégral*, par Gustave VERRIEST, Professeur à l'Université de Louvain. In-8° de 388 pages, avec figures. Éditions Universitas, Louvain, 1925.

Le seconde partie du cours de Mathématiques Générales de M. Gustave Verriest se recommande à des lecteurs nombreux par les mêmes qualités que la première. Ce sont la clarté et la simplicité des exposés, jointes au souci d'accorder aux applications une place primordiale.

C'est de ces dernières que nous allons surtout parler, car elles donnent à l'ouvrage de M. Gustave Verriest une originalité et une utilité pratique de tout premier ordre. Les étudiants en sciences naturelles (entendez surtout par là les physiciens et les chimistes) pourront y acquérir les principes mathématiques des théories les plus usuelles. C'est ainsi que le plan et la droite sont l'occasion d'aperçus sur la cristallographie, et l'ellipsoïde, sur la physique des déformations. Les intégrales définies et les intégrales curvilignes sont utilisées pour un exposé, déjà très complet, des principales notions de la thermodynamique : après quoi, il devrait être interdit à quelques-uns de donner de ces questions si importantes des exposés plus ou moins confus, et farcis de fautes de signes ! Une autre application des mêmes notions mathématiques est la théorie du potentiel. Elle est présentée dans le même esprit, avec le même souci de donner au lecteur des notions concrètes et des idées précises.

En jetant un coup d'œil sur l'index final, on apercevra une grande majorité de termes empruntés aux physiciens. On aura en même temps l'impression d'une variété et d'un éclectisme que je suis impuissant à rendre ici. Et cela, sans détriment de l'immense richesse mathématique de l'ouvrage, qui porte sur le même ensemble de matières que ses précurseurs. A ce point de vue, on ne pouvait guère changer, mais du moins, pouvait-on donner à l'enseignement plus d'attrait. C'est ce qu'a montré péremptoirement M. Gustave Verriest. G. BOULIGAND.

Cours d'Analyse, professé à l'École Polytechnique, par J. HADAMARD, membre de l'Académie des Sciences. Tome premier, premier fascicule. In-8° de 336 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 45 fr.

Ce premier fascicule contient les compléments de calcul différentiel, relatifs aux déterminants fonctionnels, aux changements de variables, aux maxima et aux minima ; les principes du calcul intégral et les propriétés des intégrales ; enfin, les applications géométriques.

La particularité de ce livre est son caractère pratique, ou mieux la facilité qu'il offre à l'étudiant pour se familiariser avec les différentes théories. L'Auteur a éliminé systématiquement les difficultés accessoires et multiplié les exercices, destinés à susciter l'application immédiate, jamais à embarrasser. En prenant M. Hadamard pour guide, l'élève parviendra rapidement à connaître l'esprit général des méthodes, à prévoir les principales difficultés et à savoir comment elles se résolvent.

Je citerai ici un chapitre qui m'a beaucoup plu, celui qui traite des séries trigonométriques. Les divers lemmes qu'on utilise pour établir la convergence ont été établis d'une matière directe, sans recourir au second théorème de la moyenne. Signalons également les fonctions eulériennes, dont l'étude se recommande par sa simplicité, tandis que la théorie du contact et des enveloppes est présentée avec une magistrale précision.

Impuissant à énumérer toutes les richesses de ce beau livre, je le recommande instamment aux jeunes gens qui veulent apprendre l'Analyse vite et bien.

G. BOULIGAND.

Calculs numériques et graphiques, par Émile GAU. Doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble. In-18 de 200 pages, avec figures et tables. (*Collection Armand Colin.*) Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 fr.

L'Auteur a eu pour but d'exposer les méthodes permettant d'effectuer les calculs qui se présentent le plus couramment dans la pratique, et qui soient, d'une part, assez élémentaires pour être comprises et maniées sans danger par des lecteurs n'ayant pas fait une étude approfondie des mathématiques supérieures, et d'autre part, assez générales pour éviter l'étude des nombreux procédés qui ont été proposés en vue d'effectuer telle ou telle opération spéciale.

Le petit livre de M. Gau est très éclectique et très riche. On peut le recommander à des élèves qui, pendant la dernière année de Lycée, désirent acquérir plus de connaissances que n'en comporte le programme du baccalauréat. D'autre part, il rendra de grands services aux élèves de Mathématiques générales, qui comprendront mieux les notions principales de leur programme lorsqu'ils en auront vu l'application numérique.

G. BOULIGAND.

La géométrie du compas, par A. QUÉMPER DE LANNILIS. Préface de M. R. BRICARD. In-8° de XX-406 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 24 fr.

Ce livre est un excellent recueil de problèmes, résolubles par l'intersection de droites et de cercles. Il est subdivisé en trois parties : 1° *constructions auxiliaires fondamentales* (et entre autres, problème de la moyenne et extrême raison, construction des irrationnelles quadratiques, construction des racines de l'équation du second degré) ; 2° *constructions diverses* (inscription des polygones réguliers, constructions relatives aux triangles, à un système de deux cercles, aux coniques, etc...) ; 3° *applications de l'inversion.*

Ce livre sera très utile à tous ceux qui préparent des examens au programme desquels figure une composition de Mathématiques élémentaires. Ses qualités de présentation, de clarté et de rigueur lui assurent par avance des lecteurs nombreux. G. BOULIGAND.

Lezioni di Calcolo differenziale assoluto, par T. LEVI-CIVITA. In-8° de 315 pages, avec figures. Albert Stock, éditeur, Rome.

Ce livre s'adresse à plusieurs catégories de lecteurs, notamment aux géomètres et aux physiciens relativistes. L'Auteur partage avec Ricci la gloire de la fondation du Calcul différentiel absolu ; doctrine qu'il n'a cessé de développer par son enseignement et par ses travaux justement et universellement célèbres. Avec un rare talent, il a donné à son exposé une forme très attrayante et rendu son livre très accessible. Aussi, deviendra-t-il sans nul doute rapidement classique.

Après avoirs pris la sage précaution de développer quelques compléments d'analyse (déterminants et ma-

Digitized by Google

trices fonctionnels, équations aux différentielles totales, systèmes linéaires aux dérivées partielles), l'Auteur rattache les fondements algébriques de sa doctrine à l'influence des changements de variable sur les formes plurilinéaires invariantes. De là, découlent les notions dualistiques de covariance et de contrevariance, ainsi que le concept de tenseur. Puis, il introduit les formes quadratiques invariantes, indispensables pour exprimer les relations métriques, entre autres le *parallélisme* au sens de l'Auteur. Nous passons ensuite, dans la seconde partie, au Calcul différentiel absolu, dont l'opération fondamentale, appelée dérivation covariante, conduit à la formation des paramètres différentiels. On en déduit le calcul des tenseurs de courbure, dont Riemann avait commencé l'étude. L'ouvrage se termine par des applications et questions variées : étude simultanée de deux formes différentielles quadratiques, théorie des multiplicités plongées dans un espace euclisien, variétés à courbure constante, congruences de normales géodésiques, etc...

Enfin, je ne puis passer sous silence la documentation claire et abondante, qui accompagne le texte, et qui tient le lecteur au courant des plus récents progrès que la Science a marqués dans cette voie nouvelle.

G. Bouligand.

A treatise on physical chemistry, publié sous la direction de M. Hugh S. Taylor. 2 vol. in-8° de 1.360 pages avec de nombreux schémas. Macmilland and Co, éditeurs, Londres, 1924. — Prix : 50 sh.

La physico-chimie est une science qui s'est constituée comme corps de doctrine à une date relativement récente. Elle s'est si prodigieusement développée qu'à l'heure actuelle il est bien difficile à un même savant de la posséder tout entière et de l'exposer d'une manière à la fois originale et complète. L'ouvrage que nous présentons, publié sous la direction de M. Hugh S. Taylor, est dû à la collaboration des physico-chimistes les plus qualifiés de la Grande-Bretagne : Dushman, Howell Furmann, Harned, Lind, Patrick, Owen Rice, Rodebush, Austin et Hugh S. Taylor, Graham, Frazer, Hill, Maass, Marshall, Partington, Pease. Chacun d'eux a traité les questions en lesquelles il était plus particulièrement spécialisé.

La tâche de M. Taylor, délicate entre toutes, consistait à fondre, en un ensemble harmonieux et homogène, le travail de ses collaborateurs. Dans cette tâche il a particulièrement réussi et l'ouvrage qu'il nous présente mérite d'attirer tout spécialement l'attention, non seulement des étudiants, des professeurs et des savants, mais encore des techniciens, car la physico-chimie intervient, à l'heure actuelle, dans la plupart des réactions industrielles et sa connaissance approfondie peut suggérer aux chimistes d'importantes améliorations dans les fabrications. Les matières traitées ont été groupées de la manière suivante : la théorie atomique de la matière : l'énergétique des réactions chimiques ; les propriétés générales des corps à l'état gazeux, liquide et solide ; la thermochimie ; les lois des solutions diluées ; les équilibres des systèmes homogènes et des systèmes hétérogènes ; les mesures électriques ; l'électrochimie ; les méthodes électrométriques en analyse chimique ; la cinétique chimique ; la théorie des quanta ; la troisième loi de la thermodynamique et le calcul des constantes chimiques ; la photochimie ; les radiations infra-rouges dans les réactions chimiques ; la chimie colloïdale ; la radio-activité.

A. Bc.

Essai de Métaphysique matérialiste, par René Guyon. In-16 de 176 pages. Alfred Costes, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

L'auteur a entrepris ce singulier tour de force, concilier Épicure et Einstein : il y a lieu de craindre que ce ne soit aux dépens de l'un et de l'autre. Ayant préalablement identifié matière et substance, il en tire fort logiquement que tout ce qui est est substantiel, donc matériel. Mais il est obligé d'avouer que les notions de mouvement et de substance sont incompréhensibles, ce qui l'amène à un relativisme agnostique qu'il trouve raisonnable et consolant. Au reste, ses démonstrations sont claires et ne manquent pas de force et de pénétration. Il était difficile de mieux établir l'impossibilité pour le matérialisme de constituer une métaphysique. Mais alors pourquoi en annoncer une ? R. T.

Lamarck, par Edmond Perrier, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle. In-16 de 128 pages, (*Collection des grands hommes de France*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Hommage d'un savant à un autre savant, d'un disciple fidèle, mais indépendant, à un précurseur vénéré, ce livre est le dernier qu'ait écrit le regretté Ed. Perrier. Il y faut voir non seulement un document de haute valeur scientifique, mais aussi un éloge d'impartiale équité dû à la mémoire d'un grand naturaliste, trop méconnu de son temps. La publication posthume en a été faite par les soins affectueusement fraternels de M. Rémy Perrier, professeur à la Faculté des Sciences. Le volume appartient à cette jolie collection naissante des *grands hommes de France*, dirigée par M. Paul Gaultier, dans laquelle ont déjà paru une demi-douzaine d'opuscules, et pour laquelle plusieurs autres sont annoncés ou prévus dès maintenant.

Ce petit livre, qu'on lira avec émotion et profit, est le récit parfois douloureux d'une vie d'épreuves, digne d'une fortune meilleure, et l'histoire toujours instructive d'un esprit profond et novateur, dont le génie — (le mot est d'Ed. Perrier) — a été respectueusement admiré par des penseurs, tels que M. Landrieu, l'Américain Packard, les Anglais Sir Ch. Lyell et Huxley, l'Allemand Hœckel, et tout récemment, depuis la mort d'Ed. Perrier, l'Autrichien Adolf. Wagner, professeur à l'Université d'Inspruck.

Lamarck, l'un des fondateurs modernes de l'histoire naturelle, commença par être botaniste avant de s'adonner à la zoologie. C'est même en étudiant les plantes que sa pensée critique, toute d'imagination et de poésie, en vint à concevoir des doutes sur l'orthodoxie de la thèse catastrophique, relative à l'origine des mondes et du globe terrestre. Dès 1783, « gardien de l'herbier du Jardin royal », aux appointements de 1.000 livres, il avait déjà esquissé son transformisme. Nommé en 1793, par la Convention, professeur de *Zoologie des animaux sans vertèbres*, au traitement de 2.868 livres, 6 sols, 8 deniers, il étudia et formula les lois de l'*adaptation*, de l'*acquisition durable des habitudes utiles*, et de leur *transmission héréditaire*, le rôle de l'hérédité étant l'idée originale de cette doctrine nouvelle. Dans de nombreux traités ou mémoires, dont nous citerons seulement la *Flore française*, la *Philosophie Zoologique*, la *Classification des Invertébrés*, l'*Annuaire météorologique*, Lamarck s'applique à justifier ses hypothèses en les appropriant à l'explication génétique de l'Univers et des êtres, c'est-à-dire à la formation de la terre, à l'éclosion de la vie et des organismes, au développement évolutif des végétaux et des animaux, à l'apparition de l'homme. On comprendra, par ces brèves indications, tout ce que lui

Digitized by Google

doivent les adeptes ultérieurs de l'évolutionnisme, soit les néo-lamarckiens avec leurs retouches et leurs amendements au système du maître, soit les darwinistes proprement dits, car Ch. Darwin est, avant tout, un continuateur, original sans doute, de son devancier français, soit les néo-darwinistes, avec leurs prétendues simplifications apportées aux théories du naturaliste-physiologiste anglais.

Pour abréger, nous passons sous silence quantité de détails biographiques ou techniques, évoqués de façon à donner tout son relief à la physionomie trop modeste du père de l'école hérédo-transformiste.

Est-il besoin d'ajouter que, dans cet ouvrage, composé par Ed. Perrier pendant la maladie à laquelle il succomba, on retrouve la limpidité élégante de la phrase, les agréments du style, déjà appréciés dans ses autres travaux ? Il se rattache ainsi à la lignée de nos grands prosateurs scientifiques, les Claude Bernard et les Pasteur, etc. Raison de plus, encore une fois, pour que cette monographie fasse honneur à celui qui l'a écrite et à celui en faveur de qui elle a été écrite.

LOUSTAU-CHARTEZ.

Comment l'agriculteur peut vérifier sa feuille d'impôts sur les revenus, par André SAUZÈDE. In-8° de 80 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 3 francs .

Des notions générales sur les anciens impôts directs et sur l'impôt sur le revenu sont capables d'éclairer avantageusement les contribuables agriculteurs, et même les autres. Qui ne paie pas d'impôts ?

Pour l'agriculteur, M. Sauzède explique ce qu'est l'impôt sur les bénéfices agricoles, il explique d'une façon aussi nette que possible la distinction entre le caractère agricole et le caractère industriel ou commercial des opérations annexes de l'exploitation agricole : engraissement de porcs, marchands de bestiaux, distillerie, autant de professions distinctes de l'agriculture elle-même et soumises aux impôts du commerce.

Évaluation du bénéfice imposable de l'exploitation agricole, calcul de l'impôt. Déclarations. Réductions et déductions. Comment lire la feuille d'avertissement et la vérifier. Réclamations.

Somme toute manuel précieux à consulter. L. R.

Qui peut distiller? Dans quelles conditions? par LAGARDE. In-16 de 44 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 3 francs.

Ce petit opuscule est conçu et présenté dans un but tout à fait pratique, il permettra de se rendre compte des facilités, ou des difficultés, avec lesquelles on peut distiller. Écrit par un vérificateur des Contributions indirectes, il offre de grandes garanties, mais dans les permissions ou défenses nombreuses touchant à ces questions de régie, on voit malheureusement qu'il n'y a pas de limites ni de ligne de conduite assez nette dans tous les cas ; ex. : on permet d'ajouter, au produit de la récolte, des vins sucrés ou des lies, à condition que ce soit en faible proportion. Où est la limite dans une telle réglementation ? L. R.

Le porc. — Races, élevages, exploitation, par R. GOUIN. In-16 de 186 pages avec 17 figures. Librairie agricole, 26, rue Jacob. — Prix : 5 fr. 50.

L'auteur est trop connu, sa compétence trop certaine, cela dispense de donner un long commentaire de ce petit traité sur l'élevage du porc. Il étudie successivement les diverses races, l'élevage, l'alimentation, l'hygiène et la police sanitaire, l'utilisation du porc à la ferme, les encouragements à l'élevage, enfin la production et le commerce, voilà quelles sont les diverses matières traitées dans cet excellent petit ouvrage dont la lecture sera précieuse aux nombreux éleveurs qui se lancent dans cette spéculation. L. R.

Le Peuplier, dot pour vos enfants, rentes pour vos vieux jours, par A. SIBILLE. In-16 de 100 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 5 francs.

Cinquante-deux figures disséminées dans ce petit opuscule expliquent clairement tout ce qu'il faut faire ou savoir pour s'occuper avec profit de la plantation des meilleures variétés, de leur entretien, de l'exploitation des peupleraies. Une table donne à la fin de cet excellent petit livre le cubage des bois, pour les dimensions les plus ordinaires.

Ensemble très sérieusement détaillé et très pratique. L. R.

Le melon et le concombre, par LOISEL. In-16 de 184 pages ill. 15e édition revue par C. POTHAT. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 6 francs.

Cet excellent ouvrage est un traité détaillé, précis, clair, illustré d'un grand nombre de figures ; il permet à tout amateur ou professionnel de cultiver le melon avec les plus grandes chances de succès.

Au reste une quinzième édition se recommande d'elle-même. L. R.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

J.-J. Thomson. — The structure of light. In-16 de 38 pages. Cambridge University Press. — Prix : 2 sh. 6.

Jules Courmont, Ch. Lesieur et *A. Rochaix.* — Précis d'Hygiène, 3e édition. In-16 de 910 pages avec 230 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 38 francs.

Setchell and *Gardner.* — The marine algae of the Pacific coast of North America. Pars III, Melanophyceæ. In-8° de 350 pages avec 72 planches. University of California Press, Berkeley.

Manne Liegbahn. — The Speckoscopy of X-rays. In-8° de 290 pages avec figures. Oxford University Press.

Ad.-J. Charon. — Lapins, Lapereaux et Cie. Bilan, dividendes. In-16 de 280 pages avec nombreuses illustrations. Librairie agricole, Paris. — Prix : 10 francs.

Haeder. — Les moteurs à gaz et les gazogènes, 4e édition, 2e partie. In-8° de 304 pages avec 129 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

J. Marizis et *Pierre Col.* — Manuel juridique des Travaux publics. In-8° de 438 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Claude Augé. — Nouveau petit Larousse illustré. Dictionnaire encyclopédique. 28e édition. In-16 de 1760 pages avec 6.200 gravures, 220 planches et tableaux, 140 cartes. Librairie Larousse, Paris. — Prix : relié toile, 24 fr. 50 ; relié peau, 50 fr.

Le Gérant : A. DESNOËS.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 18 — 63e ANNÉE — 26 SEPTEMBRE 1925

DE LA STRUCTURE ET DE L'ÉVOLUTION DE LA MATIÈRE VIVANTE

(Suite) (1)

V. — Glandes a sécrétion externe ou interne

Les glandes sont des dérivés de surfaces épithéliales et représentent des bourgeons pleins ou des invaginations creuses.

a) *Glandes à sécrétion externe.* — Ces invaginations peuvent rester simples (fig. 414) ou se ramifier par leur extrémité profonde. Le bourgeon primitif persiste à l'état de conduit *excréteur*, pour verser sur la surface épithéliale qui lui a donné naissance, les produits élaborés par les extrémités ou *culs-de-sac* profonds. Pour former ces produits, pour les sécréter, les cellules des culs-de-sac se fluidifient en partie ou totalement. Telles sont les glandes à *sécrétion externe.*

Fig. 414. — *Glande ouverte.*

b) *Glandes à sécrétion interne.* — Mais il en est d'autres. Prenons pour exemple la glande dite *thyroïde* située au-dessous du larynx (*pomme d'Adam*). Elle se développe aux dépens de bourgeons épithéliaux, mais une fois que les culs-de-sac sécréteurs se sont établis, le conduit excréteur s'atrophie et disparaît. Les culs-de-sac s'arrondissent et se ferment pour prendre la forme de vésicules ou *follicules*, dont le diamètre varie entre 0 mm. 04 et 0 mm. 120. Dans l'intervalle des follicules (fig. 415), et les réunissant entre eux, existe une trame conjonctive et élastique parcourue par de larges et abondants vaisseaux sanguins. Les follicules sont donc clos et manquent, par conséquent, de conduit excréteur. La face interne des follicules est tapissée par une assise de cellules épithéliales, tantôt cylindriques, tantôt cubiques, tantôt plus ou moins aplaties. Dans l'intérieur des follicules se trouve une masse dont la consistance rappelle celle de la colle (*substance colloïde*), très

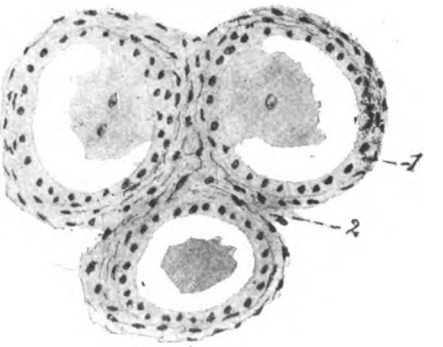


Fig. 415. — *Glande close* (follicules de la glande thyroïde). — 1. Revêtement épithélial ; 2. Tissu conjonctif interfolliculaire.

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 12 septembre 1925.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

avide de colorants dits acides. Elle est produite par les cellules épithéliales et souvent on y aperçoit des restes de noyaux (fig. 415). Les chimistes ont réussi à extraire de la glande thyroïde une substance azotée contenant de l'iode (*iodo-thyro-globuline*). Cette substance détruirait, selon les uns, certains principes toxiques circulant dans le sang. D'autres soutiennent que la thyroïde verse dans le sang de l'iodo-thyro-globuline qui règle directement ou indirectement les échanges nutritifs des autres tissus et organes, et, en particulier, l'assimilation et la désassimilation des cellules cérébrales.

Voici les preuves de l'action que la thyroïde exerce sur l'économie. Elle s'atrophie parfois : les enfants qui sont atteints de cette atrophie subissent un arrêt dans la croissance du squelette ; la peau devient sèche, les poils tombent, les téguments se tuméfient ; la face devient bouffie, les muscles s'affaiblissent ; la température du corps s'abaisse et les organes génitaux présentent un arrêt de développement. Le système nerveux lui-même pâtit : l'enfant devient idiot ; c'est le tableau du *myxoedème*.

On produit sur les jeunes animaux la même maladie en leur enlevant la thyroïde.

Lorsque, par contre, les éléments propres de la glande, ou cellules épithéliales, se multiplient abondamment, sans dégénérer en goitre, on observe une série de symptômes opposés à ceux du myxoedème : amaigrissement malgré l'augmentation de l'appétit, sensation de chaleur à la peau, pouls rapide, excitation nerveuse, état d'anxiété et d'agitation, saillie des globes oculaires, augmentation des échanges nutritifs. Il y a plus d'un siècle que Basedow a décrit cette maladie ; d'où le nom de *maladie de Basedow*.

Dans les cas d'atrophie de la thyroïde, on réussit à améliorer les symptômes du myxoedème en greffant des fragments de thyroïde humaine.

L'ingestion de thyroïde d'animaux de boucherie produit, chez les myxoedémateux, une amélioration notable. La thyroïde est donc une glande à sécrétion *interne*.

Glandes à sécrétion à la fois externe et interne. — Le foie produit de la *bile* versée dans l'intestin, et du *sucre* qui passe dans le sang. Le pancréas élabore un suc qui s'écoule dans le duodénum, et un plasma qui pénètre dans le sang et préside à l'utilisation du sucre. D'autres organes, les glandes génitales, fournissent les cellules qui, par leur réunion, perpétuent l'espèce ; de plus, elles exercent une influence sur tout l'organisme masculin ou féminin. Bornons-nous à décrire l'action générale que la glande génitale mâle produit sur l'économie. Elle était connue des Anciens, car Aristote présente un tableau frappant des individus privés dans le jeune âge de leurs glandes génitales (*eunuques*).

Les observateurs du XVIIIe siècle complétèrent ce tableau.

Buffon parlant du taureau et du bœuf, a écrit, dès 1753 : « La nature a fait cet animal (le taureau) indocile et fier ; dans le temps du rut il devient indomptable et souvent furieux ; mais par la castration, l'on détruit la source de ces mouvements impétueux, et l'on ne retranche rien à la force : il n'en est que plus gros, plus massif, plus pesant et plus propre à l'ouvrage auquel on le destine : il devient aussi plus traitable, plus patient, plus docile et moins incommode aux autres : un troupeau de taureaux ne serait qu'une troupe effrénée que l'homme ne pourrait ni dompter ni conduire. »

Bordeu, que ses contemporains nommaient le Voltaire de la médecine, connut cette action de la glande génitale mâle ; mais il l'attribuait à la seule semence. « Qu'est-ce que la semence ? Un amas peu considérable de petits corps particuliers, vivants, propres à procurer la vie à l'embryon, et ensuite destinés à donner aux pubères et aux hommes faits, un nouvel éclat, un surcroît d'énergie particulière... Le reflux de la semence « renouvelle et remonte la vie et le tempérament ; la semence entretient le ton de vigueur qui lui est propre. Les eunuques manquent de ce viatique journalier, et ils sont par là privés d'un grand nombre de propriétés réservées pour les mâles bien conformés... »

Par l'injection des sucs ou extraits de la glande génitale, Brown-Sequard a montré, au XIXe siècle, que cet organe détermine une action stimulante sur les muscles et le système nerveux. En greffant des fragments de glande génitale aux animaux *castrés*, S. Voronoff a réussi à leur rendre les caractères qui distinguent le sexe mâle.

Après avoir greffé à de jeunes boucs ou béliers castrés préalablement des glandes mâles d'autres animaux de même espèce, il les a vus évoluer comme les animaux entiers. Leurs cornes se développent en longueur et en épaisseur comme chez les témoins normaux. L'ossification se fait de bonne heure de sorte que leurs membres ne subissent point l'allongement exagéré qui distinguent les animaux castrés.

Transplantant à un jeune bouc ou bélier entier une troisième glande génitale, Voronoff a provoqué sur le porte-greffe un développement plus considérable des cornes. La toison est plus fournie et la vigueur des animaux devient plus grande que celle des sujets normaux.

D'autre part, greffant une glande génitale empruntée à un jeune bouc ou bélier sur un animal affaibli ou débilité par l'âge, Voronoff a rendu la vigueur à ce dernier aussi bien au point de vue de

Digitized by Google

la reproduction qu'en ce qui concerne les forces physiques.

Tels sont les résultats expérimentaux ; mais notre esprit aime à se reposer sur un fait précis et chacun se demande quel est l'élément de la glande génitale qui détermine ces effets. Cette glande est composée de milliers de tubes ou cordons revêtus de cellules

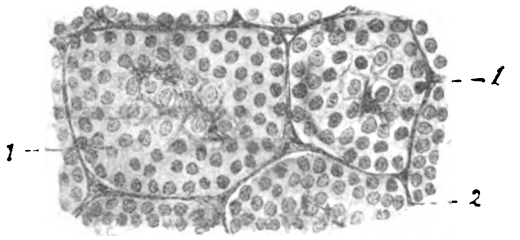


FIG. 416. — *Coupe d'un fragment testiculaire d'un jeune bouc.* — 1. Épithélium des tubes séminipares ; 2. Tissu conjonctif qui réunit les cordons et qui est dit *interstitiel*.

épithéliales. La figure 416 représente la section de trois de ces cordons d'un jeune bouc avant qu'ils contiennent les éléments servant à la reproduction de l'espèce. Les cordons sont réunis entre eux par un tissu conjonctif parcouru par les vaisseaux sanguins et connu sous le nom de tissu *interstitiel*. Chez la plupart des animaux, le tissu interstitiel contient des cellules chargées de graisse (*cellules interstitielles*). C'est à ces cellules interstitielles que les auteurs attribuent le rôle de sécréter les produits, ou *hormones*, qui, résorbés, exerceraient sur l'économie, l'action bienfaisante de la sécrétion *interne*.

Pareille explication ne convient ni pour les boucs, ni pour les béliers *jeunes*, la glande génitale est privée, à cet âge, de cellules interstitielles. L'étude des greffons nous a montré que les choses se passent différemment. La glande génitale greffée

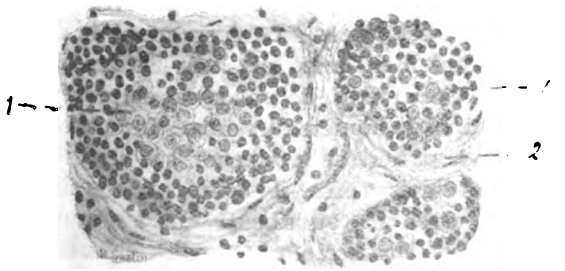


FIG. 417. — *Coupe du même, 15 mois après avoir été greffé.* — 1. Épithélium occupant le centre des cordons séminipares ; l'épithélium en voie de transformation conjonctive ; 2. Travées fibreuses formant le tissu interstitiel.

se trouve placée dans des conditions autres que la glande physiologique : elle ne se nourrit plus que par imbibition, car les vaisseaux sanguins ne la pénètrent plus. Aussi les cellules épithéliales changent-elles de forme et de structure ; leur protoplasma devient homogène ; puis il y apparaît des filaments qui se ramifient et transforment l'ensemble en un tissu réticule. De la périphérie vers le centre, le tissu réticulé devient plus dense, et, finalement, fibreux. La figure 417 représente trois cordons d'une glande génitale greffée depuis quinze mois : au centre de chacun d'eux (1,1) persiste encore une portion de l'épithélium ; mais à la périphérie (2), le tissu, est en voie de transformation en tissu fibreux. Tant que durent ces transformations, le greffon verse dans le sang du porte-greffe des plasmas, ou produits qui agissent sur l'organisme de ce dernier. En somme, c'est la cellule épithéliale. ou les générations cellulaires qui en proviennent, qui est l'origine des produits de sécrétion interne.

Si l'on compare cette évolution à celle qu'on observe dans une série d'organes physiologiques, on se convaincra plus aisément de la vraisemblance et de la réalité du processus.

Dans les régions où se développent des formations qui constituent des amas de tissu conjonctif riches en globules blancs (*lymphocytes*), on voit d'abord apparaître des bourgeons épithéliaux. Pour expliquer ces changements de structure, les classiques admettent que les lymphocytes des vaisseaux sanguins et du tissu conjonctif immigrent dans les bourgeons épithéliaux et, par leurs propriétés phagocytaires, détruisent l'épithélium et se substituent à ce dernier. Cette hypothèse est gratuite, car les lymphocytes sont dépourvus de mouvement propre ; ils n'ont qu'un liséré protoplasmique de un ou deux μ qui est incapable d'émettre des prolongements amiboïdes. D'autre part, ce mince corps cellulaire ne saurait dévorer le volumineux protoplasma de la cellule épithéliale. L'observation directe faite aux stades successifs prouve que les choses se passent autrement : comme dans le greffon testiculaire, les cellules du bourgeon épithélial se divisent et produisent des générations cellulaires dont les noyaux sont réunis par un protoplasma commun (*syncytium*). C'est ainsi que se forme un complexus *plein*. Mais peu à peu, certaines portions du protoplasma commun montrent des vacuoles dont l'intérieur se fluidifie et se résorbe ; il en résulte des espaces vides dans lesquels persistent des noyaux avec un mince corps cellulaire (*lymphocytes*). Ces espaces vides continuent à être limités ou traversés par le reste des tractus protoplasmiques. La fluidification se poursuivant, de nombreux tractus protoplasmiques disparaissent à leur tour, tandis que ceux qui persistent se transforment en traînées de tissu conjonctif et vasculaire. Finalement, la formation

Digitized by Google

se présente comme des amas de lymphocytes contenues dans un réticulum (*follicules clos*) et limités par un tissu conjonctif plus dense.

Tel est le tissu lymphoïde succédant, par transformations progressives, aux cellules épithéliales. Plus tard, il se modifie encore, car les éléments libres ou lymphocytes sont emportés par le courant lymphatique ou sanguin, tandis que la trame conjonctive devient de plus en plus dense et se transforme en une masse fibreuse.

Ces résultats ont eu une application pratique. Ce sont les recherches de laboratoire qui ont amené Pasteur à soulager et à guérir l'humanité. Les expériences de greffe faites sur les animaux ont donné à S. Voronoff l'idée de faire appel à notre cousin germain le chimpanzé pour améliorer et même faire disparaître chez l'homme certaines débilités acquises ou héréditaires.

Transplantant sur l'homme la glande génitale mâle de jeunes chimpanzés, au même stade évolutif que celle des jeunes boucs et béliers, il a vu (sur ces individus dont les forces physiques, l'intelligence et la mémoire avaient faibli) se faire une amélioration considérable de l'état général. L'activité physique et psychique, l'état moral se sont rétablis au bout de peu de temps et cette amélioration s'est maintenue.

Si je m'abstiens de rapporter quelques-unes des observations de Voronoff, c'est qu'on lui a objecté qu'il a pris ses espoirs pour la réalité ou que les effets qu'il croit avoir constatés seraient dus à la suggestion. Je préfère m'en rapporter aux faits exposés par le Dr Baudet, chirurgien de l'hôpital Bichat, qui a appliqué la méthode de Voronoff.

Des observations rapportées par M. Baudet au *Congrès de Chirurgie*, 1923, je cite les exemples suivants : « Tel industriel qui, par défaillance cérébrale, ne pouvait plus diriger sa maison, a retrouvé les moyens intellectuels qui lui faisaient défaut et a repris la direction de ses affaires.

« Tel professeur, qui songeait à prendre sa retraite et gémissait d'y être contraint, a trouvé des forces nouvelles pour préparer ses cours et a pu les continuer avec éclat devant ses élèves.

« Tel ingénieur qui était devenu incapable de surveiller une vaste entreprise de chemin de fer et dont la santé périclitait, a récupéré rapidement de nouvelles forces. Il dormait peu et ne pouvait rester assis plus d'une demi-heure à sa table de travail. Quelques semaines après son opération, il a pu rédiger deux rapports qui ont demandé l'un cinq heures, l'autre, dix heures de travail, sans éprouver d'autre inconvénient qu'une légère courbature. Chaque fois, un profond sommeil l'a rendu dispos. Deux mois environ après la greffe, il a repris complètement un labeur véritablement écrasant et je crains même qu'il n'épuise les réserves que l'opération lui a données. »

Ainsi à ceux dont la constitution est épuisée, la greffe d'un fragment de glande génitale de chimpanzé apporte de nouveaux stimulants pour les muscles, pour le cœur, pour le cerveau. Ces faits justifient les vues de Bordeu : Les individus (mâles et femelles) « reçoivent des parties de la génération un surcroît de vie qui les anime et les échauffe. »

VI. — Influence du fonctionnement sur la structure et l'évolution de la cellule nerveuse.

Nous nous bornerons à décrire deux faits expérimentaux.

La cellule nerveuse qui est l'agent du mouvement, des sensations et des facultés intellectuelles, se comporte comme les autres éléments organiques. Les cellules du cervelet, par exemple, président à l'équilibre, au renforcement et à la coordination des mouvements. M. Athias, étudiant sur le lapin à la naissance, les cellules de l'écorce cérébelleuse, constata qu'à cet âge, les cellules superficielles, dites de Purkinje, sont fort petites. Six à huit jours après, elles sont devenues volumineuses et munies de prolongements ramifiés très étendus, figurant les bois du cerf. Or, à la naissance, le lapin est incapable de se tenir debout, il peut à peine bouger de place, car il retombe sur le côté dès qu'il tente de se tenir debout, c'est-à-dire sur ses quatre pattes. Huit jours après la naissance, le lapin est solide sur ses pattes ; si on le renverse, il se redresse vite, marche et se sauve. C'est donc le développement des cellules de Purkinje qui a déterminé ce changement ; leur accroissement assure la station debout, l'équilibre, l'harmonie et la précision des mouvements.

Autre exemple emprunté au cerveau. Berger s'adressa à des chiens à la naissance et de la même portée dont il fit deux lots : sur les uns, il cousit les deux paupières de façon à empêcher toute pénétration de lumière ; les autres furent laissés en liberté et purent se promener les yeux ouverts. Plusieurs mois après, il compara les cellules de l'écorce cérébrale où aboutissent les impressions lumineuses (*lobe occipital*). Sur les chiens dont la rétine avait été soustraite à la lumière, les cellules de l'écorce cérébrale (lobe occipital) étaient restées petites et de même structure que celles d'un chien avant la naissance. Sur les jeunes chiens témoins dont les yeux avaient fonctionné, les cellules corticales du lobe occipital avaient de grandes dimensions et présentaient la forme de pyramides caractéristique des cellules cérébrales du chien adulte.

Digitized by Google

VII. — Conclusions

Pour Aristote, la matière vivante des enfants prend une forme semblable à celle des parents qui l'ont fournie. Buffon supposant que la semence n'est que le superflu des molécules organiques, conclut que le jeune être se forme ou se produit grâce à la réunion des molécules surabondantes issues du père et de la mère. Les ressemblances des enfants avec les parents s'expliquent ainsi tout naturellement. Les recherches microscopiques des derniers siècles nous permettent de préciser : deux molécules ou cellules, élaborées par les glandes génitales de deux individus de sexe différent se réunissent : en se juxtaposant et en renforçant leurs énergies, elles font une cellule nouvelle capable d'évoluer comme les parents, c'est-à-dire de prendre une forme semblable et de décrire une courbe analogue.

La cellule mâle, la cellule femelle ne sont formées que de protoplasma dans lequel il n'existe aucun rudiment morphologique d'organe futur. L'œuf fécondé a en puissance tous les caractères des parents. Pour les vertébrés supérieurs, le protoplasma de l'œuf est capable d'évoluer jusqu'à la naissance sans l'intervention de facteurs externes : tous les tissus, tous les organes s'édifient en vertu des énergies ou puissances contenues dans les deux cellules génitales. A mesure que les cellules qui dérivent de l'ovule fécondé se multiplient, elles prennent une forme différente et donnent naissance à des éléments de figure et de structure variables selon la position qu'elles occupent dans l'édifice de l'être en voie de développement.

Parler de plasmas germinatif et somatique, de micelles, de gemmules, de pangènes, de déterminants, d'idioplasma, etc., etc., c'est invoquer des entités, qui n'existent que dans l'imagination des auteurs.

Déjà pendant la période embryonnaire et fœtale, les groupes cellulaires réagissent les uns sur les autres; la glande génitale mâle, par exemple, provoque le développement d'annexes différentes de celles de la glande génitale femelle. Si tel groupe cellulaire manque d'évoluer, tout l'organisme en souffre. Les glandes à sécrétion *interne* fonctionnent avant les glandes à sécrétion *externe*.

Après la naissance, la matière vivante prend une autre structure, d'autres formes sous des influences diverses, telles que la température, la nutrition et surtout l'exercice. Les variations ainsi produites par le milieu extérieur et par le régime modifient le protoplasma des cellules germinatives (séminale et ovule); ces modifications influent sur la constitution des éléments du jeune être, et, si ce dernier continue à vivre dans les mêmes conditions que ses parents, elles se fixent définitivement. C'est ainsi que s'établit ou se crée une réunion ou un groupe d'êtres vivants semblables, constituant une espèce végétale ou animale, distincte des autres espèces vivant dans d'autres conditions.

Les manifestations des éléments vivants ne se font qu'à la suite des excitations auxquelles ils sont soumis : le squelette, les fibres musculaires, les cellules nerveuses elles-mêmes, régressent et s'atrophient quand elles sont soustraites à leurs excitants naturels.

Pour les Anciens, c'étaient les liquides (sang, humeurs), qui sont seuls vivants. Plus tard, les solides passaient pour les agents de la vie, instruments passifs, il est vrai, car il fallait qu'ils fussent mus par les propriétés vitales. Aujourd'hui encore nombre de biologistes dédaignent de s'occuper de la vile matière et se contentent de courir à la poursuite des entités physiologiques, métaphysiques ou métapsychiques. Certains phisosophes partagent leur opinion : l'esprit s'insère sur le corps.

La vie corporelle, intellectuelle ou psychique est due à l'activité du protoplasma ; mais les éléments protoplasmiques n'entrent en action que sous l'influence : 1° des excitations parties de leurs ascendants directs ou éloignés, 2° du milieu qui les entoure ou 3° du travail auquel ils sont soumis.

Nous conclurons donc : 1°, avec Cl. Bernard, ce sont les éléments anatomiques qu'il faut considérer comme l'origine des manifestations vitales ; 2° leur structure et leurs manifestations phénoménales varient selon le rang que ces éléments anatomiques occupent sur l'échelle des êtres, selon leur nutrition et les excitations qu'ils reçoivent soit des cellules des autres organes soit du monde ambiant.

E. Retterer.

QUELQUES IDÉES SUR L'AVENIR DE LA CHIMIE ANALYTIQUE

Les ouvrages d'analyse chimique destinés soit aux étudiants, soit aux chimistes professionnels, ont revêtu longtemps un caractère empirique, contre lequel de vives critiques se sont élevées. Celles-ci ont été remarquablement formulées dans la préface qu'écrivit G. Urbain en 1912 pour la traduction française de l'ouvrage de Treadwell intitulé : *Chimie Analytique*. Urbain rappelle les idées d'Ostwald exprimées dès 1894, à savoir

Digitized by Google

que l'étudiant qui ne se spécialisera pas en chimie n'a que faire d'un livre où l'analyse est présentée sous un angle étroitement pratique et que ce sont les principes scientifiques sur lesquels repose la science analytique qui peuvent l'intéresser et qui seuls sont capables d'augmenter sa culture générale. Ainsi, il apparaissait clairement dès cette époque à quel point il est utile de présenter aux étudiants et aussi aux techniciens une chimie analytique générale dégagée des recettes qui font ordinairement l'essentiel des livres traitant de cette branche de la science.

L'avènement de la théorie des ions séduisit les novateurs ayant apprécié les idées d'Ostwald et une grande réforme, en chimie analytique, consista à remplacer la notion d'élément par celle d'ion. Cette transposition fut peu à peu effectuée pour tous les ouvrages au fur et à mesure de leur réimpression et aussi pour les traités nouveaux. Je crois que cette introduction de la notion d'ion en chimie analytique a été et est encore la grande idée nouvelle apportée dans la présentation de cette science. Je reconnais que cette introduction est excellente, mais elle ne saurait à elle seule avoir pour effet de transformer une science empirique en une science rationnelle. Au surplus, il me semble que les auteurs de traités d'analyse chimique ont cru faire beaucoup en transcrivant les anciennes formules en expressions ioniques et ne se sont pas assez préoccupés de l'essentiel, qui eut été de montrer, quels avantages réels résultent de l'adoption de la notation ionique, il faudrait exprimer des idées au lieu de se borner à employer des dispositions typographiques nouvelles, qui en elles-mêmes sont de faible intérêt.

Revenant à la préface de G. Urbain, qui date, je le répète, de 1912, je rappelle que ce maître traçait très clairement les voies dans lesquelles devait s'engager l'analyse chimique. Il indiquait qu'il serait désirable de lui voir étendre son domaine, de ne pas le limiter à la reconnaissance et au dosage des corps, mais de l'étendre à toutes les méthodes qui en chimie permettent d'exprimer les résultats obtenus par des nombres.

Depuis 1912, un espace de temps suffisamment grand s'est écoulé et on peut estimer que les vues d'Urbain, qui à l'époque pouvaient être considérées comme des anticipations, eussent dû depuis quinze années avoir porté des fruits. Or l'exposition didactique de la chimie analytique a peu changé. Tous les ouvrages qui lui sont consacrés sont comme par le passé essentiellement formés de recettes, de modes opératoires. Leur ordonnance est toujours la même : réactions qualitatives des éléments qu'on a seulement transformées excellemment en réactions des ions, descriptions des méthodes de dosages gravimétriques et des méthodes volumétriques. Tout ceci bien que nécessaire est insuffisant à l'heure actuelle et est contenu dans un cadre vieux de trente ans, nullement en harmonie avec l'état actuel de la science chimique.

La physique a apporté une contribution importante à l'analyse chimique et nous possédons de nombreuses méthodes physico-chimiques pouvant rendre les plus sérieux services. Pour que ces méthodes prennent dans la pratique la place qui leur est due, il faut qu'elles soient incorporées à l'ensemble de la chimie analytique et qu'elles ne restent pas considérées comme des nouveautés, peut-être ingénieuses, mais restant en dehors de l'enseignement habituel. Que des hommes avancés dans leur carrière aient quelque difficulté à suivre les progrès d'une science qui évolue avec une grande rapidité, on le conçoit, mais il ne faut pas que les éléments de la science présentés aux jeunes gens correspondent à l'état de celle-ci, il y a trente ans.

Pour préciser ma pensée, je choisirai un exemple dans un domaine qui m'est familier. L'analyse électrolytique a fait des progrès considérables dont l'origine date de 1907, elle constitue actuellement un ensemble qui doit jouer un rôle important en analyse. Or, aucun ouvrage de chimie analytique ne traite de l'électrolyse. Certes, tous en font état et à l'occasion de tel ou tel élément : cuivre, zinc, etc., indiquent des recettes pour effectuer un dosage avec le concours du courant électrique. Ces recettes constituent un des meilleurs exemples de cette « cuisine » chimique si justement décriée et le lecteur ne peut considérer les opérations décrites que comme de mystérieuses manipulations dont la raison échappe. Il faudrait préalablement à toute description opératoire poser clairement les idées théoriques, bases de l'analyse électrolytique. Ces notions sont assez étendues et leur connaissance est indispensable à celui qui veut appliquer les méthodes en connaissance de cause, ou leur apporter des modifications souhaitables à la suite de recherches originales. Ce que je viens d'indiquer pour l'électrolyse est vrai, pour de nombreuses autres méthodes dont je parlerai un peu plus loin.

Il serait utile de faire précéder les travaux pratiques d'analyse chimique de l'exposé des notions théoriques indispensables à la compréhension des méthodes de cette science. Cet ensemble, dégagé de tout mode opératoire, pourrait constituer une chimie analytique générale ou, si on le veut, plus modestement, une introduction à l'étude de la chimie analytique.

Que renfermerait cette introduction? Essentiellement ce qui suit.

En premier lieu, l'exposé de la théorie des ions

Digitized by Google

avec son application à l'analyse, en faisant ressortir en quoi cette théorie constitue un progrès pour l'analyste et non pas seulement l'occasion pour ses zélateurs d'en faire une illustration nouvelle. Cet exposé conduit aux développements déjà bien connus sur la solubilité des précipités, l'action d'un excès de réactifs, notions qui constituent pour l'instant le fonds rationnel des traités d'analyse chimique.

Une seconde question d'importance capitale doit être présentée sous une forme spécialement adaptée à l'analyse, c'est la question des combinaisons complexes. Nous y faisons constamment appel, en gravimétrie, en volumétrie ou en électrolyse. Or, je me suis rendu compte en interrogeant de jeunes chimistes, qu'ils ne possèdent aucune connaissance précise sur les complexes. Certes, ils savent que le fer est dissimulé dans le ferrocyanure de potassium et le chrome dans certains de ses sels, mais ils n'ont aucune idée nette sur l'aptitude des éléments à former des combinaisons complexes, sur la stabilité et la robustesse de celles-ci, questions fondamentales en chimie analytique.

Trois autres grandes questions au moins, doivent rentrer dans l'introduction à l'étude de la chimie analytique, ce sont la question des entraînements, celle des colloïdes et celle de l'influence du milieu.

La plupart des précipités entraînent avec eux des substances étrangères, source d'erreur parfois très importante qui vient fausser les déterminations de l'analyse. Certains de ces entraînements obéissent aux lois de l'adsorption, d'autres, les plus nombreux semblent d'une nature tout à fait différente. Tous ont fait l'objet d'études importantes qui n'ont malheureusement jeté qu'une lumière insuffisante sur la nature et les lois de ces phénomènes. Néanmoins ces études doivent nécessairement être connues des étudiants et des chimistes, car ces entraînements jouent, comme je l'ai dit, un rôle primordial en analyse. Ce rôle n'est pas toujours nuisible et il faut savoir que l'analyste peut avoir utilement recours à ce phénomène, comme c'est le cas lorsqu'on veut rassembler des traces d'arsenic à la faveur de la production d'un précipité d'hydrate de fer ou de phosphate ammoniaco-magnésien.

D'autre part, les colloïdes jouent un rôle important en chimie analytique, le passage d'un cristalloïde à l'état colloïdal ou inversement, est fréquemment observé en analyse et il est utile de connaître les propriétés de ces substances ; de même, en électrolyse, le rôle des colloïdes est important et on ne peut l'ignorer.

Quant à l'influence de la nature du milieu, et à celle de sa réaction, on peut dire qu'elle est essentielle. Les biologistes s'en sont rendu compte depuis plus de quinze ans et ont imaginé des méthodes pour la détermination de l'acidité ou de l'alcalinité. Les chimistes ont été plus longs à reconnaître l'intérêt de ces notions, qui n'est plus nié aujourd'hui et celles-ci vont prendre peu à peu une importance très grande en chimie.

A côté de ces grandes questions très générales, il serait de la plus grande nécessité d'exposer sous une forme claire et précise le principe des nombreuses méthodes physico-chimiques connues à l'heure actuelle et susceptibles d'être employées fructueusement, non pas en matière de panacée, mais dans les limites de leur domaine raisonnable. Ces différentes méthodes supposent de la part de celui qui peut éventuellement y avoir recours des connaissances générales physico-chimiques relatives à la loi des phases, aux phénomènes de capillarité et de tension superficielle, à la conductibilité thermique, à la réfraction de la lumière, à sa polarisation, aux interférences, à la spectroscopie des rayons lumineux, des rayons X, à la fluorescence, à la néphélométrie, à l'électrolyse, à la conductibilité électrique, aux différences de potentiel entre électrodes et solutions, etc.

Certes toutes ces notions sont étudiées dans les cours de physique, mais d'un tout autre point de vue que celui de l'analyste, il faut les réunir et les présenter sous une forme adéquate à leur application éventuelle.

Je viens d'indiquer un programme de connaissances très générales, certes fort utiles pour l'analyste, mais qui ne constituent pas à beaucoup près toute l'analyse, même théorique. Nous faisons appel pour effectuer nos déterminations à de nombreuses réactions chimiques et on me concédera qu'il serait utile de connaître la nature de ces réactions, les limites dans lesquelles elles sont quantitatives, l'influence des substances étrangères sur leur allure. D'où la nécessité d'une chimie consacrée à une étude rationnelle des réactions mises en jeu en analyse. On pourrait pour cette étude, passer les éléments en revue les uns après les autres, à la façon adoptée en chimie minérale, par exemple. Il s'agit ici encore, bien entendu, de science appliquée, mais de science et non d'un exposé insipide de recettes. Je vois dans l'état actuel de l'analyse une grande difficulté à l'exposition d'un tel programme, tout au moins dans sa généralité, c'est que nous ignorons très souvent le mécanisme des réactions que nous utilisons. Les exemples que je pourrais citer sont innombrables, qu'on me permette de m'en tenir à un seul. On dose généralement le manganèse dans les produits sidérurgiques en oxydant un sel manganeux par l'acide persulfurique, il se produit

Digitized by Google

une coloration rouge, attribuée à l'acide permanganique, lequel est titré par un réducteur. On sait qu'il faut opérer en présence d'ions argent et aussi qu'il faut réunir certaines conditions pour obtenir des résultats corrects. Le choix de ces conditions a été jusqu'ici purement empirique. Tel auteur opère à froid, tel autre à chaud, l'un ajoute de l'acide fluorhydrique, l'autre de l'acide phosphorique ou acétique. Conclusion brutale : les résultats obtenus présentent des divergences fâcheuses. On voit immédiatement le défaut fondamental de tous les modes opératoires décrits, qui réside dans leur caractère exclusivement empirique. Pour faire œuvre utile et scientifique, il eût fallu à l'origine se proposer, non pas de rechercher obstinément un dosage immédiat du manganèse, mais étudier les réactions d'oxydation quantitative des sels manganeux. Si ce point est bien fixé, les modes opératoires se formuleront d'eux-mêmes, alors qu'on n'aboutit qu'à l'erreur et au désordre en voulant baser un chapitre d'une science appliquée sur des connaissances théoriques à peu près inexistantes, ou tout au moins insuffisantes. La chimie analytique souffre d'un empirisme outrancier, elle est une nouvelle preuve, s'il en était besoin, que la possibilité des progrès pratiques est liée à l'existence d'études désintéressées et théoriques.

Le projet d'études générales que je viens de tracer est, je le crois, nécessaire pour la compréhension de l'analyse chimique appliquée, mais il a à mes yeux un autre intérêt. Les jeunes gens qui abordent l'étude de la chimie analytique ne tardent pas à être rebutés par une science dépourvue sensiblement de caractère rationnel. Ceux d'entre eux, qui se proposent d'effectuer des travaux de recherche, par amour de la science, embrassent l'étude de la chimie organique, de la chimie minérale ou de la chimie physique, ces branches de la science présentant un caractère rationnel bien fait pour séduire l'esprit, alors que l'analyse chimique se présente sous l'aspect le plus rebutant. Ainsi les travaux originaux afférant à cette branche de la science sont presque toujours entrepris par des chercheurs aiguillés vers un but étroitement pratique, l'analyse de tel ou tel produit technologique, par exemple. Des recherches entreprises sous de tels auspices sont fatalement conduites avec une méthode défectueuse, la solution des problèmes scientifiques, devant être poursuivie à loisir et non pas sous l'empire de nécessités terre à terre. Les progrès souhaitables de l'analyse chimique paraissent donc liés à l'existence de recherches scientifiques dirigées vers elle, ce qui suppose un recrutement de travailleurs que l'on ne peut assurer si la présentation de l'analyse rebute dès l'abord les futurs chimistes.

Tout ce que je viens de dire est relatif à des notions générales, utiles certes, mais qui ne constituent qu'une préface à l'analyse chimique. Celle-ci, qui est d'ordre pratique, comporte la description de modes opératoires. Une méthode d'analyse chimique doit être décrite avec un détail tel que tout opérateur exercé puisse à coup sûr atteindre au but qu'il se propose. Aucun analyste ne croira qu'il en est bien ainsi des indications fournies par nombre de traités, même réputés. Les auteurs ont élaboré très souvent des méthodes reposant sur des phénomènes insuffisamment connus, leurs indications sont trop vagues, et pour cause le plus souvent, de telle sorte que le chimiste qui veut effectuer une analyse dont il n'a pas la grande habitude, éprouve souvent les plus pénibles déboires. Ainsi donc, ces recettes de chimie analytique ont besoin, pour la plupart, d'être remaniées très sérieusement en tenant compte de la connaissance exacte des réactions qu'elles mettent en jeu. C'est là un travail énorme, sur la réalisation prochaine et totale duquel je n'ai aucune illusion, mais dont il faut sans cesse rappeler l'intérêt.

En résumé, je crois que l'analyse chimique devrait être ainsi présentée : en premier lieu étude des généralités nécessaires à sa compréhension, des réactions utilisées dans les déterminations qu'elle se propose de faire et du mécanisme de ses méthodes. C'est là une partie purement scientifique, s'adressant à l'intelligence et pouvant être aussi rationnelle que les autres parties de la chimie. En second lieu, se basant sur les notions théoriques acquises, il conviendrait d'entreprendre une description de modes opératoires bien étudiés, présentés avec une telle précision qu'ils conduisent sûrement au but. Les deux parties, l'une théorique, l'autre pratique, peuvent être exposées successivement ou bien simultanément, c'est là question d'opportunité, dépendant surtout de l'auditoire ou des lecteurs à qui s'adresse l'enseignement. Des étudiants de Faculté peuvent, par exemple, se contenter de notions assez générales, alors qu'à des chimistes analystes professionnels ou devant le devenir, il sera nécessaire de présenter un exposé donnant une importance convenable au côté pratique, à la condition que la partie théorique puisse être étudiée indépendamment des modes opératoires, qui ne se prêtent ni à un exposé oral, ni à une lecture d'ensemble.

A. LASSIEUR,
Docteur ès-sciences
Sous chef technique du Laboratoire
Municipal de la Ville de Paris.

Digitized by Google

EN INDOCHINE

PORTS DE PÊCHE ET DÉFENSE NATIONALE

Les côtes de notre Indochine, battues par la mer de Chine, peuvent se diviser en deux régions assez nettement séparées l'une de l'autre par une saillie de la côte annamitique : le Cap Varella.

Si, de ce cap, on se dirige vers le Nord-Est, on se trouve dans l'immense Golfe du Tonkin dont les fonds, constitués généralement de sable vaseux, sont parfaitement chalutables sur la plus grande partie de leur surface.

Si l'on se tourne, au contraire, vers le Sud-Ouest, on arrive sur les fonds très riches de Phan-Ri et de Phan-Tiet et, de là, après avoir doublé la Pointe de Cochinchine, dans l'immense Golfe du Siam dont les fonds sont, à peu près, constitués comme ceux du Golfe du Tonkin.

En face du Cap Varella, le plateau continental est simplement formé par une étroite bordure qui s'enfonce rapidement vers le large pour constituer une fosse atteignant presque 1.000 mètres de fond.

De cette fosse profonde, surgissent néanmoins, dans la région Nord, des îles comme les Paracels, les Macclesfield, etc., qui ramènent le plateau continental à environ 100 mètres de profondeur.

A la hauteur de ce même cap Varella, grâce au rétrécissement considérable du plateau continental et à l'action des vents violents de mousson qui soufflent sur cette côte, soit dans un sens, soit dans l'autre, suivant les saisons, il se produit des courants considérables allant jusqu'à 8 nœuds à l'heure.

Dans toute l'immense région formée, d'une part par le Golfe du Tonkin et, d'autre part, par le Golfe du Siam, les fonds ne dépassent généralement pas 100 mètres avec une profondeur maxima de 200 mètres. L'ensemble des fonds de cette immense zone chalutable, est constitué, dans sa plus grande partie, par du sable vaseux et de la vase.

Il ne faut pas oublier, en effet, que dans le Golfe du Tonkin débouchent de grands fleuves amenant avec eux, pendant la saison des pluies, en même temps qu'une immense quantité d'eau douce, des alluvions extrêmement abondantes, qui s'étalent peu à peu sur cette côte, d'autant plus loin qu'elles sont plus légères, en formant un immense éventail de vase qui, progressivement, se transforme en sable vaseux.

Comme certains éléments détritiques, entraînés par les eaux douces, sont particulièrement légers, ils sont poussés fort loin des embouchures des fleuves par le mouvement des eaux et la violence des courants.

Aussi, ne faut-il pas s'étonner de trouver, entre la côte du Tonkin et celle du Nord-Annam, une immense région chalutable, formée, ainsi que nous l'avons dit, de sable vaseux et de vase.

Sur les côtes d'Annam, à cause des courants extrêmement violents qui se produisent sous l'influence des vents de mousson, les vases, du reste infiniment moins considérables, amenées par les cours d'eau côtiers, sont entraînées rapidement et lavées, en quelque sorte, ne laissant subsister sur le fond qu'un sable gris plutôt clair, assez uniforme et un peu chargé de vase, naturellement, en face des estuaires, dans les parties plus calmes de la côte.

Les sédiments du Mékong ne s'épanchent pas en éventail comme ceux des fleuves du Tonkin, mais sont entraînés par les courants dominants qui vont, sur cette partie de la côte, du Nord-Est au Sud-Ouest.

Il résulte de là que la presqu'île de Ca-mau s'accroît sans cesse sur la mer, avec sa pointe dirigée vers le Sud-Ouest grâce aux apports sédimentaires du Mékong.

Dans le Golfe du Siam, on rencontre les mêmes fonds de sable gris et de vase qu'aux abords de la côte cochinchinoise.

Quant à la partie cambodgienne de cette côte, formée en partie de grès, l'érosion marine sans cesse renouvelée, donne naissance à des sables gris qui, se mélangeant en plus ou moins grande proportion avec les vases apportées par les cours d'eau voisins, constituent là, comme dans le Golfe du Tonkin, des fonds de sable plus ou moins vaseux.

Grâce à la disposition de la presqu'île cochinchinoise, la pêche est toujours possible, quelle que soit la mousson qui souffle, soit dans le Golfe du Tonkin, soit dans le Golfe du Siam.

La faune générale de ces mers est particulièrement riche aussi bien en ce qui concerne les poissons de fonds que la faune de surface. Les premiers trouvent, dans les éléments détritiques amenés par les fleuves et dans les petites espèces marines, une nourriture extrêmement abondante.

Quant aux poissons de surface qui arrivent parfois dans ces Golfes avec une abondance extraordinaire, ils sont représentés, surtout, par les Clupes et les Carangues qui trouvent dans les éléments planktoniques extrêmement abondants, une nourriture large et assurée.

Aussi, en présence de la variété et de l'extrême richesse de la faune indochinoise, ne doit-on pas s'étonner de voir la pêche indigène particulière-

Digitized by Google

ment développée, aussi bien dans le Golfe du Tonkin que dans le Golfe du Siam.

Malheureusement, la partie la plus intéressante de cette industrie se trouve, en majorité, entre les mains des Chinois, pêcheurs ou commerçants, ce qui est particulièrement regrettable, si l'on songe à la production énorme que pourraient fournir les engins modernes dans cette région, et si l'on sait, en même temps, que la consommation intérieure d'abord, puis, particulièrement, l'immense marché chinois, représentent une énorme quantité de poissons et de produits accessoires de la pêche.

Jusqu'ici, l'élément européen et particulièrement français, semble s'être désintéressé, d'une façon

Fig. 418 — Établissements et baie de Cam-ranh (Annam.)

à peu près complète, de la pêche en Indochine, alors que des capitaux considérables ont été engagés par eux dans un certain nombre d'autres branches de l'industrie de cette Colonie.

Mais nous savons que cette situation va changer sous peu, et que des Sociétés françaises sont en train de se constituer, précisément pour exploiter, industriellement, sous toutes leurs formes, les richesses ichtyologiques des mers indochinoises.

Deux points nous paraissent particulièrement intéressants pour l'établissement des centres de pêche : l'un, qui serait le port de pêche du Nord et plus particulièrement du Golfe du Tonkin, c'est le port de Hongay déjà existant; l'autre, qui serait le centre de pêche de la côte Sud-Annam, en même temps que du Golfe du Siam, est facile à organiser dans la magnifique baie de Cam-Ranh.

Le port de Hongay, en effet, situé sur la côte Nord-Est du Tonkin, en face de la magnifique baie d'Along, à une courte distance d'Haïphong est, dès maintenant, un centre de charbonnage extrêmement important, à côté duquel il serait facile de créer un port de pêche simple mais pratique.

C'est un port en eau profonde, où peuvent, par conséquent, accoster de grands bateaux; il possède des abris excellents et les fonds sont d'une tenue parfaite. Le charbon y est à pied d'œuvre et l'eau douce en quantité suffisante. Enfin, comme il existe déjà de grosses exploitations industrielles, avec ateliers de réparations très importants, il serait évidemment facile de les modifier ou de les agrandir pour la réparation normale des bateaux de pêche.

Les opérations plus importantes (passage en cale sèche, changement de chaudière, etc.), pourraient, facilement, être réalisées à Haïphong.

De plus, on trouve dans les environs immédiats de Hongay de larges espaces libres où l'on pourrait installer de vastes sécheries, des usines de sous-

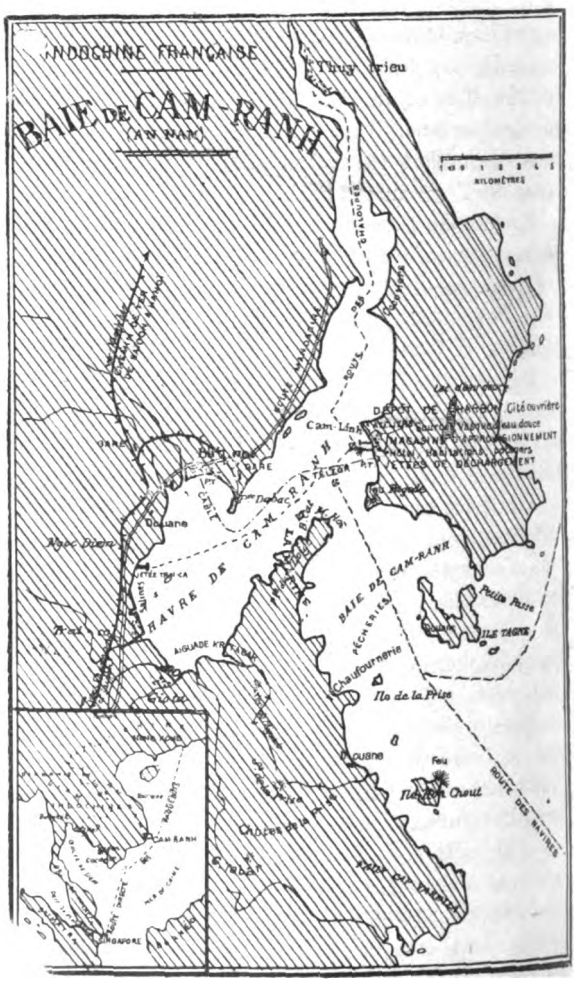


Fig. 419. — Carte générale de la baie de Cam-ranh.

produits, etc., tout ce qui, en un mot, est nécessaire à l'exploitation industrielle bien comprise de la pêche pratiquée selon les méthodes modernes.

De plus, le voisinage de deux centres, comme Haïphong et Hanoï, serait extrêmement intéressant; non pas que la consommation du poisson frais puisse jamais y être considérable, mais parce que ce sont là des centres commerciaux très importants.

Digitized by Google

Enfin, Hongay se trouve situé au centre de cette riche région de pêche placée entre la côte Nord-Est du Tonkin, la côte de Chine et l'île d'Haïnan qui forment, dans leur ensemble, une sorte de fer à cheval où les fonds sont éminemment favorables à la grande pêche, sur toute une vaste région, assez bien abritée contre la mousson de Nord-Est pour que des chalutiers de moyen tonnage puissent y travailler sans grosses difficultés, à peu près en tout temps.

Le seul point de la côte d'Annam où il nous paraît possible d'installer un port de pêche, est la magnifique baie de Cam-Ranh. Cette baie, qui a pu contenir un jour, les 52 navires de guerre de la flotte de l'amiral Rotjestvinsky est, en effet, un port très sûr. Les fonds y sont de 10 mètres au minimum, allant jusqu'à 30 mètres, très suffisants, par conséquent, pour y recevoir des bateaux de quelque tonnage qu'ils puissent être. Il est bien abrité et les fonds y sont de bonne tenue.

Son entrée est sûre et ce port se trouve, géographiquement, situé d'une façon remarquable, entre le Cap Padaran et le Cap Varella, sur la route directe des navires qui se rendent de Singapour à Hong-Kong.

De plus, Cam-Ranh se trouve placé au centre d'une région de pêche extrêmement riche, s'étendant du Cap Saint-Jacques au Cap Padaran et d'où l'on peut, surtout, rayonner avec des chalutiers à vapeur ou à moteur, aussi bien dans le Golfe du Tonkin que dans le Golfe du Siam.

Ce port, qui est également situé sur la ligne du chemin de fer transindochinois dont l'achèvement est décidé, n'est placé qu'à une distance de 400 kilomètres de Saïgon, distance qui est franchie en dix heures environ.

Enfin, n'oublions pas que Cam-Ranh est le port tout désigné du sanatorium du Lang-bian et... peut-être, un jour, du siège du Gouvernement Général de l'Indochine.

La gare terminus du chemin de fer transindochinois se trouve sur la plage même, tout près de Cam-Ranh, à Ba-Nghoi. Il existe déjà, dans ce port, deux jetées par enrochement, allant jusqu'à des fonds de plus de 15 mètres et permettant aux bateaux de fort tonnage, d'accoster, très facilement, de débarquer leurs marchandises et de les envoyer tout le long de la ligne du transindochinois.

Ces jetées ont été construites par le Marquis de Barthélemy.

Il existe déjà à Cam-Ranh, un petit dépôt de charbon, mais la Maison Denis frères, qui l'a constitué, se propose de le développer autant qu'il le faudra, suivant les besoins.

L'eau douce se trouve en abondance, à quelques kilomètres seulement de Ba-Nghoi et elle a déjà été amenée à l'appontement par une canalisation

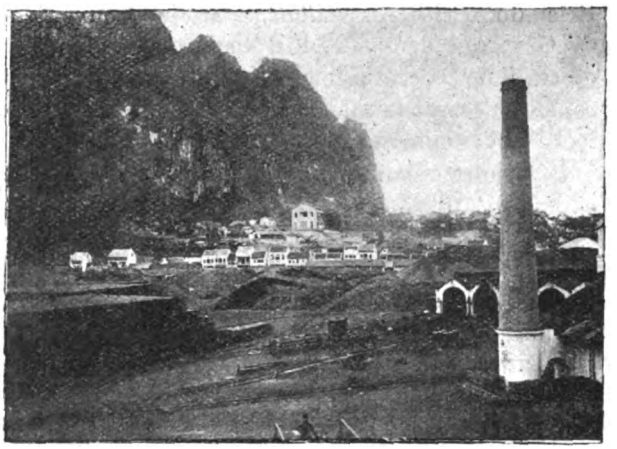


Fig. 420. — Charbonnages de Hongay (Tonkin).

établie par les soins du même Marquis de Barthélemy. Du reste, à Cam-Ranh même, on trouve, au pied des dunes, une eau d'excellente qualité qu'il ne serait pas malaisé de capter.

Enfin, on rencontre encore de l'eau douce, en abondance, aux pieds des cascades qui tombent du Massif du Tabar, du côté Sud-Est de la baie.

L'arrière pays est formé de montagnes couvertes de forêts; le bois n'y manque donc pas, mais cette région élevée est extrêmement pauvre et sans aucune autre ressource.

Cette carence économique serait, évidemment, un point noir pour l'établissement d'un *port de commerce*, mais elle ne présente qu'une importance tout à fait relative quand il s'agit de la création d'un *port de pêche*, car le poisson apporté dans ce port, sera plus généralement exporté, par voie de mer, vers les pays de consommation qui sont, surtout : la Cochinchine, le Siam, Singapour, la Chine, etc.

Certains esprits inquiets, tout en rendant hommage à la valeur économique de notre superbe colonie d'Indochine, lui reconnaissent un point faible : la longueur de ses côtes, qui atteint environ, de la frontière de Chine à celle du Siam, 2.500 km.

Nous pensons, au contraire, que ce qui paraît aux uns une cause d'infériorité, doit être, en réalité, un élément de richesse et de supériorité, à la condition, bien entendu, qu'on veuille faire le nécessaire pour mettre cette côte à l'abri d'une attaque par mer.

C'est là, précisément, dans la défense même des côtes de notre Colonie, que les ports de pêche, convenablement outillés, pourraient rendre les plus signalés services!

Digitized by Google

C'est une thèse que nous avons essayé de développer dans nos conférences et dans notre cours du Muséum, l'an dernier, et qui, par une curieuse coïncidence, est également soutenue dans un article du *Petit Marseillais*, par le Gouverneur C. Guy, qui demande, lui aussi, pour assurer la défense de la côte indochinoise, l'aménagement rapide de ces deux mêmes points : Hongay pour le Nord et Cam-Ranh pour le Sud.

Il voudrait voir là deux bases sous-marines, en liaison étroite entre elles et il insiste, avec juste raison, sur les dangers que pourrait courir l'Indochine avec ses côtes ouvertes à tous les débarquements, à une époque où le canon tonne en Chine d'une façon intermittente, il est vrai, mais un peu inquiétante, tout de même, et où le baromètre de la paix semble osciller singulièrement dans le Pacifique.

Son patriotisme inquiet lui fait écrire, en effet :

« Seconde France au cœur de l'Extrême-Orient, il faut qu'elle (l'Indochine) soit en mesure de jouer, quand le moment sera venu, et il approche, le rôle qui lui est réservé, rôle de premier plan, soit qu'elle ait à se défendre, soit qu'elle ait à intervenir entre les puissances engagées dans une lutte acharnée. »

En étudiant l'Indochine, au point de vue spécial de la pêche maritime, nous sommes arrivé à cette conviction, que la longueur des côtes annamitiques, ouvrant la voie à l'industrie des pêches en général, du Tonkin à la Cochinchine, permettra aux chalutiers à vapeur des Sociétés qui s'installeront à Hongay et à Cam-Ranh, de travailler sans arrêt, soit dans le Golfe du Tonkin, soit dans le Golfe du Siam.

On sait le rôle joué par les chalutiers dans la grande Guerre, comme dragueurs de mines et chasseurs de sous-marins. En cas de mobilisation générale en Extrême-Orient, les centres de pêche de Hongay et de Cam-Ranh, s'ils étaient convenablement organisés, pourraient constituer, pour la défense des côtes de la Colonie, un appoint extrêmement précieux à l'armée navale, car ces centres de pêche pourraient fournir, non seulement des bateaux, mais encore des hommes qui, connaissant à fond tous les coins de la côte, seraient particulièrement désignés pour la surveillance et la chasse des sous-marins.

Ce rapprochement de l'industrie des pêches et de la garde des frontières maritimes, doit être retenu et médité en haut lieu ; il faut que ceux qui ont la responsabilité des destinées de notre Colonie lointaine, se rendent compte des services considérables que pourraient rendre à la défense générale de la Colonie, les deux ports de pêche de Hongay et de Cam-Ranh, convenablement outillés.

En favorisant le développement de la pêche maritime industrielle, on réalisera le moyen le plus sûr de tirer parti, si des jours sombres doivent, un jour, venir, des forces disponibles en ces deux points. Ce serait le commencement d'une mise en état de défense de notre littoral indochinois, défense qui paraît à peu près inexistante actuellement.

La création d'industries des pêches maritimes en Indochine, ne contribuera, par conséquent, pas seulement à la richesse de notre Colonie, mais aussi, et c'est là un point dont il faut tenir le plus grand compte, à sa sécurité.

Le Gouvernement Général de l'Indochine, ne perdra ni son temps ni sa peine en aidant, par tous les moyens en son pouvoir, à l'organisation des centres de pêche maritimes de Hongay et de Cam-Ranh.

Dans un récent discours à l'Académie des Sciences Coloniales, l'éminent Président de cette Compagnie, M. Hanotaux, disait :

« Les relations en temps de guerre sont en fonction du développement des relations et des communications en temps de paix. Il s'en suit, qu'une flotte commerciale abondante, bien munie, deviendrait la meilleure préparation à la création rapide d'une flotte militaire s'il en était besoin ! »

A. GRUVEL,
Professeur au Muséum.

REVUE INDUSTRIELLE

LES ENSEIGNEMENTS DU GRAND PRIX DE VITESSE DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE EN 1925

Au fur et à mesure que s'accroissent les difficultés des grandes courses automobiles, le nombre des concurrents diminue sans ôter de l'intérêt aux épreuves. L'établissement de voitures capables de soutenir une vitesse considérable sur 1.000 kilomètres, dans les conditions assez dures imposées par l'Automobile-Club de France pour le Grand Prix de vitesse, disputé à Linas le 26 juillet dernier, ne peut s'appuyer que sur des conceptions techniques remarquables. D'autre part, si l'intérêt scientifique d'un pareil concours est indiscutable, on ne peut nier, non plus, son importance au point de vue pratique : la solidité et l'endurance des

Digitized by Google

voitures de course, des moteurs et de leurs accessoires peuvent servir de base à la fabrication d'excellentes voitures de tourisme.

Les voitures de course et les voitures de tourisme ne sont pas — ou mieux ne sont plus — aussi différentes qu'un examen trop superficiel pourrait le faire croire. Même si l'on ne s'en tient qu'à l'apparence, l'on doit bien reconnaître que les courses nous ont donné déjà le torpedo, les châssis et les carrosseries surbaissées. Les mécanismes des deux catégories de voitures diffèrent peu, sauf en puissance, car il faut, dans les deux cas, rechercher le meilleur rendement et les moyens à mettre en œuvre se ressemblent.

La thèse que nous soutenons est illustrée d'une manière indiscutable par l'une des maisons concurrentes, la Maison Bugatti, dont les cinq voitures ont suivi la course très régulièrement sans défaillance : la dernière étant arrivée moins d'une heure après le vainqueur ; la première, dont le conducteur, Constantini, s'est classé quatrième, atteignit le but treize minutes seulement après le

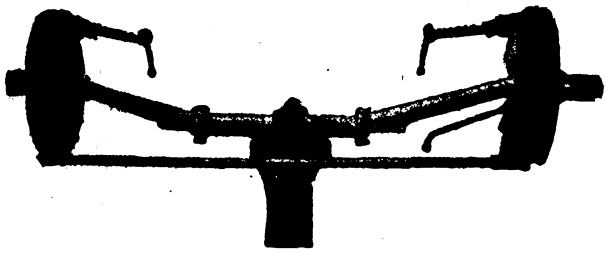


Fig. 421. — Essieu avant de la voiture Delage.

conducteur R. Benoist de la Maison Delage. Or, les cinq voitures en question, évidemment très rapides puisque leurs vitesses moyennes s'étagent de 110 à 102 kilomètres à l'heure, sont des voitures de tourisme qui s'étaient rendues à Linas par la route et qui ont été, immédiatement après l'épreuve, acheminées chez leurs acheteurs.

Quant aux voitures Mathis avec leur cylindrée de 1490 centimètres cubes elles devaient être battues par leurs concurrentes qui, avec une cylindrée de deux litres disposaient en outre, à l'exception des Bugatti, de dispositifs de suralimentation.

***

La *suralimentation* des moteurs est, on le sait, un dispositif, né des besoins de l'aéronautique pour parer, dans le vol à haute altitude, à la diminution de la pression ambiante. Les turbos-compresseurs ont permis d'atteindre à 12.000 mètres. Pour les courses d'automobiles, on suralimente les moteurs afin d'augmenter leur puissance et par conséquent la vitesse des voitures.

Mais on peut arriver ainsi à des puissances surabondantes ; c'est-à-dire que, dans certaines conditions, peu favorables à l'adhérence du pneumatique à la route, lorsqu'il s'agit d'une voiture légère, l'effort moteur dépasse l'effort résistant et le bandage patine.

Ce glissement, qui correspond à un travail perdu, traite rudement les pneumatiques ; il convient donc, en pratique, de se garder des moteurs surabondants.

En course, lorsque les rampes, les virages, c'est-à-dire les forces passives retardatrices sont notables (et c'est le cas sur le circuit de Linas) il faut bien disposer d'un excédent de puissance dans ces passages afin d'y perdre aussi peu de vitesse que possible en faisant varier l'accélération, bien que cette variation exerce un effort destructif sur les bandages.

***

Il est bien évident que, pour le Grand Prix de vitesse de l'an prochain où ne seront admis que des moteurs de 1.500 centimètres cubes de cylindrée, la suralimentation s'imposera plus impérieusement encore.

Mais la suralimentation gagnera-t-elle les voitures de tourisme ?

Les compresseurs sont de nouveaux accessoires dont on ne s'encombrera pas certainement sans motif. Il est cependant un autre accessoire, particulièrement délicat, dont on voudrait bien se passer : la boîte de changement de vitesse. Or le premier accessoire pourrait dispenser du second.

On sait que, pour proportionner l'effort résistant à l'effort moteur, on est réduit actuellement, dans une route mauvaise ou dans une côte, à augmenter le couple-moteur en réduisant la vitesse angulaire. Pratiquement, on emploie une combinaison de quatre vitesses.

On pourrait agir autrement grâce à la suralimentation. Il suffira de modifier l'alimentation des moteurs pour rendre inutile — ou tout au moins beaucoup moins important — le rôle de la boîte de vitesses.

La Maison Alfa-Romeo présentait cette année un dispositif qui peut être le point de départ d'une nouvelle technique de l'alimentation des moteurs.

Son moteur à huit cylindres était, en effet, alimenté à l'aide d'un surcompresseur qui accroît la pression moyenne du cycle de travail et par conséquent la puissance. Là n'est pas l'innovation, la voici :

Le surcompresseur donne évidemment une pression d'autant plus élevée qu'il tourne vite et, si l'on peut faire varier la vitesse, les variations de pression dans l'alimentation du moteur permettront

Digitized by Google

de faire varier la puissance. Ces variations de vitesse du surcompresseur exigent évidemment des boîtes de vitesses, mais celles-ci auront des dimensions réduites et seront beaucoup plus faciles à manœuvrer que les boîtes de vitesses principales de la voiture. En réalité, les voitures Alfa-Romeo avaient un turbo-compresseur rotatif que commandait l'arbre-moteur à l'aide de deux démultiplications seulement. Au-dessus de 3.000 tours/minute, la suralimentation augmentait la puissance d'un tiers ; à 5.000 tours, les moteurs à huit cylindres en ligne avec 61 millimètres d'alésage et 85 millimètres de course, avaient une puissance de 145 à 155 chevaux.

***

Cette maison n'a pas gagné le Grand Prix, cependant.

D'une part, son premier conducteur, Ascari, ayant été tué — nous reviendrons sur cet accident — la Maison retira ses autres voitures, mais d'autre part Ascari n'aurait peut-être pas conservé l'avance qu'il avait au moment de son accident, l'une des voitures Delage ayant effectué le tour le plus rapide.

Le relèvement de la pression moyenne dans le cycle augmentant la quantité d'énergie mise en jeu dans un temps donné, il faut accélérer le refroidissement des cylindres et pour cela diminuer l'épaisseur de la paroi et en augmenter le développement. Il n'y a qu'un moyen de satisfaire à cette condition, le même que celui dont on dispose dans un même dessein pour permettre l'accroissement de la vitesse du piston : *diminuer l'alésage des cylindres* et par conséquent, pour une puissance déterminée, *augmenter leur nombre*. Nous retrouvons là une règle de construction que nous avions signalée dans le compte rendu du dernier Salon.

C'est avec raison que la Maison Louis Delage (Ingénieur Lory) avait équipé sa voiture avec un moteur à 12 cylindres de 51,3 × 80 disposés en deux groupes formant un V de 60°.

Les pistons en alpax (alliage d'aluminium) étaient ainsi très légers et fort petits (un piston et sa bielle tiennent dans une main allongée), ce qui réduit de beaucoup les forces d'inertie alternatives. L'équilibrage d'un moteur à douze cylindres peut être assuré d'une manière presque parfaite.

Ce dispositif n'aurait pas suffi évidemment à assurer le succès s'il n'avait été réalisé d'une manière impeccable, accompagnant un matériel de premier choix, conduit d'une manière remarquable.

***

Arrêtons-nous sur la voiture du vainqueur.

Les pistons sont en alpax, le taux de compression volumétrique est 7, la vitesse maximum d'utilisation du moteur est de 6.000 tours, cependant la puissance croît encore jusqu'à 7.000 tours environ.

Deux magnétos assurent l'allumage des bougies qui sont placées exactement au centre de la demi-sphère formant la chambre de compression.

Deux carburateurs Zénith et deux surcompresseurs, placés à l'avant et commandés par des pignons intercalés dans les engrenages de la distribution, alimentent le moteur.

Fig. 122. — Arbre-Vilebrequin du moteur Delage.

Le vilebrequin à plateaux est d'une seule pièce cémentée et trempée reposant sur sept paliers à rouleaux. Des roulements à rouleaux sont également employés pour le montage des bielles.

Sur chaque cylindre, deux soupapes inclinées sont rappelées chacune à l'aide de trois ressorts concentriques. Ces soupapes sont attaquées par l'intermédiaire d'un linguet. Il y a deux arbres à cames, un pour l'admission, l'autre pour l'échappement.

La circulation d'eau est assurée, dans chaque groupe de cylindres, par une pompe.

Le graissage est commandé par trois pompes à engrenages : l'une entre le réservoir de réfrigération et le vilebrequin, la seconde refoulant l'huile aux arbres à cames, la troisième reprenant l'huile qui retombe dans le carter pour l'envoyer au réservoir de réfrigération.

L'embrayage et la boîte forment bloc avec le moteur. L'embrayage est à disques multiples fonctionnant à sec. La boîte comporte quatre vitesses et deux baladeurs.

La direction est à vis et secteur avec volant souple R. Thomas.

La transmission se fait par arbres avec deux joints de cardan montés sur billes ; la poussée et la réaction s'exercent par l'intermédiaire de ressorts.

Le pont AR comporte un différentiel à pignons coniques.

La voiture est suspendue par des ressorts droits

Digitized by Google

à l'avant et à l'arrière avec des amortisseurs doubles Hartford.

Les quatre roues sont munies de freins commandés à la pédale par un servo-frein. Un levier peut agir en outre, sur les freins AR.

Les roues Rudge-Whitworth ont une voie de 1 m. 30 et un empattement de 2 m. 60.

Le poids à vide de la voiture était de 680 kilos environ.

***

Les poids des voitures concurrentes étaient du même ordre : Alfa-Romeo et Sunbeam 700 kilos, Bugatti 690 kilos.

Les seules différences importantes, en dehors de celles que nous avons déjà mentionnées, concernent surtout le nombre des cylindres.

Les Alfa-Romeo avaient 8 cylindres en ligne de 61 × 85.

Les Bugatti, 8 cylindres de 60 × 88.

Les Sunbeam, 6 cylindres seulement de 67 × 94.

***

Le classement général après les 80 tours du circuit (1.000 km) s'établit ainsi :

1. Robert Benoist (Delage) en 8 h. 54' 41" 1/5 (moyenne 112 km 220) ;

2. Louis Wagner (Delage) en 9 h. 2' 27" 2/5 (moyenne : 110 km. 700) ;

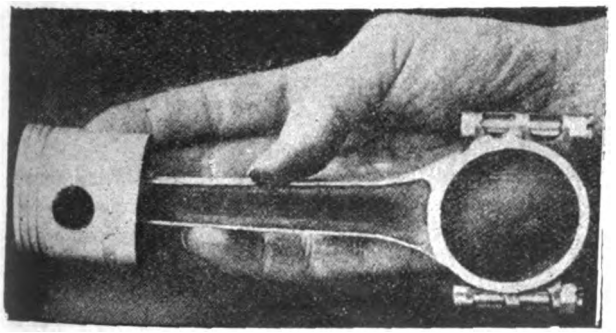


Fig. 423. — Piston et bielle de la voiture gagnante.

3. Masetti (Sunbeam) en 9 h. 6' 15" 1/5 ;

4. Constantini (Bugatti) en 9 h. 7' 38" 2/5.

Les quatre autres Bugatti, conduites par J. Goux, F. et P. de Vizcaya et Foresti, ont été également classées.

***

Le Grand Prix de vitesse est donc une belle victoire française.

Le vainqueur, Robert Benoist, conduisait une voiture Louis Delage dont les bonnes conceptions techniques et la solidité sont ainsi confirmées d'une manière d'autant plus éclatante que le second, Louis Wagner, pilotait une voiture semblable.

Mais, d'autre part, il convient de signaler la régularité avec laquelle les cinq voitures Bugatti ont effectué leur course. Il était audacieux de lutter avec des voitures à moteurs suralimentés. Cette gageure a failli réussir, ce qui prouve l'excellence de la construction Bugatti.

Malgré le retrait des voitures de la maison Alfa-Romeo, les Delage avaient encore un autre concurrent redoutable, la voiture Sunbeam de l'ingénieur Bertarione. Il ne faut pas oublier en effet, que ce technicien avait su équiper, avec un moteur à 1.500 centimètres cubes de cylindrée, une voiture Talbot qui avait atteint, sur l'autodrome de Linas, une vitesse voisine de 180 kilomètres à l'heure pendant un tour. La voiture Sunbeam en question était conduite par Legrave, l'un des meilleurs conducteurs du monde.

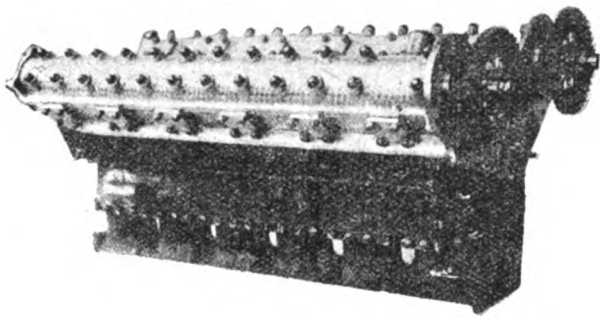


Fig. 424. — Le moteur Delage.

***

Or, l'habileté des conducteurs joue un grand rôle sur le circuit routier de Linas. En effet, ce circuit n'est pas une piste à proprement parler, mais une voie sinueuse de 11 km 250 complétée par une piste de 1 km. 250. La partie routière ne comprend pas moins de quatorze virages dont trois avec 30 mètres de rayon, trois avec un rayon de 15 mètres seulement. La plus longue ligne droite est de 1.500 mètres, encore cet alignement se trouve-t-il entre deux virages difficiles dont les rayons sont de 30 et 50 mètres. Pas de palier, mais des pentes assez peu accentuées sauf une descente à 12 %. En outre, le circuit est disposé pour être bouclé à gauche, mais, à cause du passage sur la piste où l'on doit obligatoirement dépasser à l'extérieur, on a dû faire boucler le circuit à droite, ce qui devenait plus dangereux.

Dès lors, le talent des conducteurs avait une importance considérable et la manière de prendre les virages pouvait faire gagner beaucoup. Aussi

Digitized by Google

les conducteurs virent toujours au plus court (ce qui soumet les pneumatiques à un rude traitement). Le dessin de la trajectoire des voitures se rapproche ainsi d'une série de lignes brisées, zigzags qui serrent d'aussi près que possible le polygone intérieur du circuit. C'est pourquoi Ascari a heurté le piquet d'une barrière, ce qui, à la vitesse de 160 kilomètres à l'heure, a donné un choc tel que la voiture s'est couchée et que l'audacieux pilote est mort peu après de ses blessures.

Le conducteur Benoist, le vainqueur, attaquait les virages à coups de frein et d'accélérateur, faisant ce qu'on appelle des queues de poisson, se rétablissait et repartait de plus belle.

La pluie fine, intermittente, de la fin de l'épreuve, abaissait la vitesse, les voitures dérapaient sur le ciment, chassaient dans les virages et l'on pouvait redouter, à chaque instant, un nouvel accident.

***

Ainsi ces grandes courses de vitesse sont des épreuves dures, un peu barbares, qui attestent cependant la solidité des voitures, des nerfs des pilotes et des conceptions de l'ingénieur. C'est donc une glorieuse victoire que Robert Benoist a emportée. C'est aussi une nouvelle consécration de la belle marque française Louis Delage et de l'ingénieur Lory qui montre tout ce qu'on peut attendre des moteurs rapides, suralimentés, à faible alésage avec un grand nombre de cylindres.

C'est la formule que nous verrons maintenant triompher dans les grandes épreuves à venir.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La structure des lames minces. — On connaît les belle recherches de Devaux, puis de Marcelin, sur l'importante question des lames minces formées par certains corps gras à la surface de l'eau; ces travaux ont fait du reste ici même l'objet d'un fort intéressant article (1). Bien qu'ayant joué un rôle expérimental et théorique de la première importance, les travaux de N. K. Adam sur la même question sont moins connus en France, et c'est pourquoi il nous a paru utile d'extraire d'un récent article du physicien anglais quelques-uns des résultats les plus importants obtenus par lui au cours de ces expériences, concernant la structure des lames minces.

C'est lord Rayleigh qui indiqua le premier, en 1899, que ces lames sont monomoléculaires. Puis, Langmuir, en 1917, précisa cette vue, en montrant que les molécules des corps gras, formant une sorte de pavage à la surface de l'eau, devaient posséder à peu près la forme indiquée par leurs formules développées, et être orientées normalement à la surface du liquide.

On a vu, dans l'article rappelé plus haut (1), que la méthode expérimentale employée pour l'étude de ces lames minces superficielles, est basée sur ce fait (observé par Miss Pockels en 1891) que la surface de l'eau peut être débarrassée de toute impureté, même de dimensions moléculaires, en balayant cette surface avec une barrière solide; en employant aussi de semblables obstacles pour confiner la lame mince à étudier à l'intérieur d'une surface d'aire connue. Il faut remarquer, toutefois, que ce procédé prête à une cause d'erreur, due à ce que le corps gras fuit lentement vers la face extérieure de l'obstacle.

Le but principal des expériences faites par N. K. Adam était la mesure des forces nécessaires pour maintenir la lame mince à l'intérieur d'une surface d'aire déterminée. La méthode est celle de Langmuir, mais perfectionnée dans le sens d'une suppression complète des fuites qui viennent d'être mentionnées. Dans ce but, une cuve rectangulaire, plate et horizontale est remplie d'eau jusqu'au bord (voir fig. 425). La barrière est constituée par une bande rectangulaire de verre CD. La cuve et la barrière doivent être parfaitement propres, pour éviter toute contamination de l'eau. Comme l'eau se répand sur toute surface parfaitement propre, on prend soin de paraffiner légèrement la bande de verre et les bords de la cuve, ce qui ne contamine en aucune façon la surface de l'eau.

Ces préparatifs étant faits, la surface de l'eau est d'abord soigneusement balayée en déplaçant de la droite à la gauche de la cuve une barrière analogue à CD. On dépose alors la lame mince sur l'eau, en y faisant tomber un nombre connu de gouttes d'une solution de la subs-

(1) Voir *Revue Scientifique*, année 1924.

Digitized by Google

tance à étudier dans du benzène ou du toluène parfaitement pur et propre, au moyen d'une pipette graduée. Le solvant doit être purifié jusqu'à ce qu'il ne laisse pratiquement pas de trace sur la surface de l'eau après évaporation de quelques gouttes déposées sur cette surface.

L'une des extrémités de la lame est limitée par la barrière CD; à l'autre extrémité, il y a un autre obstacle AB, formé d'une mince tige de cuivre paraffinée, et flottant sur la surface. La force horizontale qui s'exerce sur cette tige est mesurée à la balance, liée rigidement à deux bras verticaux qui s'engagent librement dans des trous pratiqués dans la tige flottante. La longueur de cette tige est inférieure d'environ 1,5 mm. à la largeur de la cuve, pour que son mouvement soit libre, et l'on s'oppose à une expansion de la lame par les étroits canaux ainsi ménagés de part et d'autre de la tige au

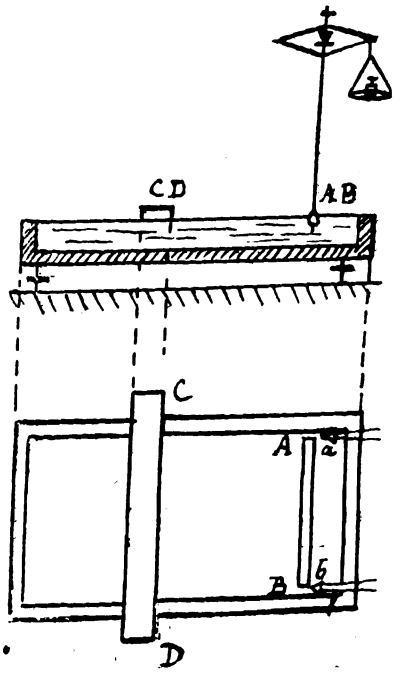


FIG. 425.

moyen de faibles courants d'air dirigés sur la surface de l'eau par les petites tuyères *a* et *b*.

La masse de substance déposée sur l'eau étant connue, ainsi que sa masse moléculaire, on en déduit le nombre de molécules qui forment la lame, sachant qu'une molécule-gramme contient $6{,}06.10^{23}$ molécules absolues. Les résultats s'expriment en traçant les courbes qui représentent la relation existant entre la *force de compression exercée par le flotteur* AB sur la lame, et l'*aire de la surface de l'eau occupée par une molécule*. La force se déduit aisément de la connaissance du poids à placer sur le plateau de la balance pour maintenir le flotteur en équilibre, dans le sens horizontal bien entendu.

Avant de déposer la lame, la barrière CD est déplacée de façon à laisser à la surface de l'eau plus de place qu'il n'est nécessaire pour y loger la lame. Puis, on déplace la barrière vers la droite jusqu'à ce que le flotteur subisse une poussée dans le même sens, indiquant que la lame est le siège d'une compression. La lame a dès lors atteint l'état monomoléculaire continu. En étudiant la variation de compression nécessaire pour obtenir une nouvelle diminution de la surface, on constate que la lame reste toujours monomoléculaire, jusqu'à ce que se produise, par rupture, un chevauchement de portions de la lame les unes sur les autres.

Dans ce qui va suivre, on emploiera l'unité angström

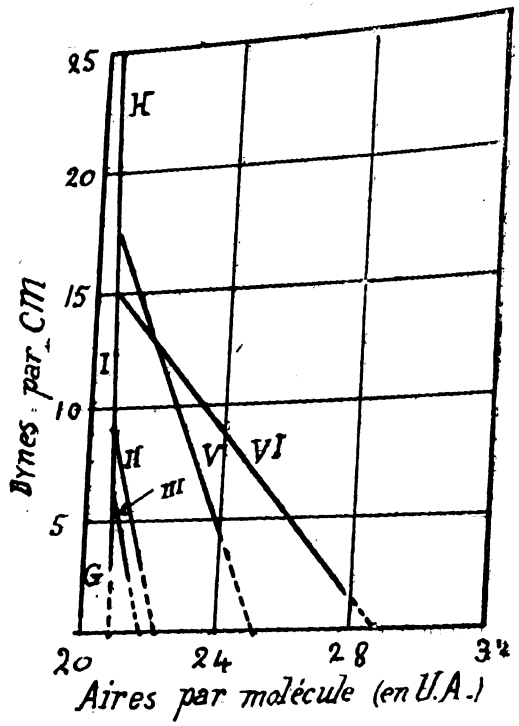


FIG. 426.

linéaire U. A. $= 10^{-8}$ cm. comme unité de longueur; l'unité angström superficielle U. A. $= 10^{-16}$ cm^2 comme unité de surface.

Les courbes de la fig. 426 fournissent quelques exemples de la relation qui existe entre l'aire par molécule et la compression de la lame, pour un certain nombre de substances. Ces diverses courbes viennent se fusionner suivant une branche commune GH, dont nous nous occuperons tout d'abord. On constate que l'aire occupée par diverses molécules, n'ayant rien d'autre de commun que la longueur de leur chaîne hydrocarbonée, a pour une compression suffisante la valeur commune d'environ 20,7 U. A. Si l'on suppose que la densité de la lame est voisine de celle de la substance en masse, on peut calculer aisément son épaisseur, et l'on trouve ainsi pour l'acide stéarique environ 26 U. A. Cette épaisseur se trouve être précisément de l'ordre de la longueur de la molécule d'acide stéarique dans le cristal (Muller, 1923). La pente de la ligne GH, qui caractérise la compressibilité de la lame, indique que cette compressibilité est extrêmement faible, à peu près celle de la paraffine liquide prise en masse. D'ailleurs, lorsqu'on comprime un liquide en masse, il est clair que les molécules ne peuvent se disposer de façon à diminuer le volume qu'elles occupent. La faible compressibilité que manifeste la ligne GH montre ainsi que, à cet état de lame mince monomoléculaire, la compression ne modifie pas le mode d'assemblage des molécules.

La ligne GH se présente avec de nombreuses substances à longue chaîne, et l'on n'a jamais observé d'aires inférieures à celles qu'elle représente dans le cas de lames stables. Il est clair d'après cela que les composés à longue chaîne ne peuvent donner lieu à des assemblages de

Digitized by Google

molécules plus étroits que ne le permet l'aire de la section droite de la chaîne; de sorte que l'état d'assemblage que manifeste la ligne GH est probablement celui qui correspond à une juxtaposition étroite des chaînes hydrocarbonées, dont la section droite se montre donc uniformément voisine de 20,7 U. A.

La connaissance de l'orientation des molécules résulte du fait que, dans presque toutes les courbes, la forme de la courbe n'est en rien affectée par la longueur de la chaîne hydrocarbonée, pourvu que celle-ci soit supérieure à un certain minimum. On a une courbe caractéristique des acides, une autre des alcools, une des nitriles, une des éthers, etc. Cette constance de l'aire par molécule, pour des molécules de même fonction chimique, mais de diverses longueurs, montre que les molécules doivent être orientées normalement à la surface du liquide. Nous avons vu, en effet, plus haut, que pour l'acide stéarique l'épaisseur de la lame est très voisine de la longueur de la molécule, mesurée par un procédé indépendant.

L'extrémité polaire de la molécule, par exemple celle qui dans le cas des acides contient le groupement COOH, par la division duquel se produit l'ionisation, est dirigée du côté de l'eau; on trouve que ces groupes, qui confèrent leur solubilité aux substances aliphatiques de faibles masses moléculaires, confèrent aussi aux composés à longue chaîne la propriété de former des lames stables (Langmuir). Réciproquement, nous verrons plus loin qu'une substance formant des lames minces stables peut être transformée en produit à lames minces instables par méthylation ou autre modification du groupe terminal ayant pour effet de diminuer son attraction pour l'eau.

Dans ce qui précède, nous avons considéré la ligne GH suivant laquelle viennent se fusionner, pour une compression suffisante, les courbes représentatives de divers groupes de corps. Envisageons maintenant les branches individuelles des diverses courbes, telles que II, III, V, VI. Ces branches, presque rectilignes, viennent couper l'axe des abscisses en des points qui correspondent à des valeurs déterminées de l'aire superficielle occupée alors par chaque mélécule. Ces aires sont par exemple de 22 U. A. pour les éthers éthyliques, méthyliques et allyliques (courbe II); de 21,7 U. A. pour les alcools (courbe III); de 27,5 pour les nitriles; de 25,1 pour les acides (courbe V), etc. Ces aires se montrent donc caractéristiques des groupements fonctionnels qui terminent la molécule, et leurs valeurs, supérieures à celles qui sont représentées par la partie GH commune à toutes les courbes, doivent à coup sûr correspondre à un assemblage des molécules de la lame mince différent de celui étudié plus haut, qui est plus étroit et déterminé par l'aire de la section droite de la chaîne. Le nouvel assemblage doit correspondre à la section droite, d'aire plus grande, des groupes terminaux, au contract les uns des autres à ce régime de faible compression. On peut se représenter schématiquement la structure de la lame dans cet état de la façon indiquée sur la figure 427, où l'on voit que les chaînes (parties cylindiques) ne sont pas au contact les unes des autres.

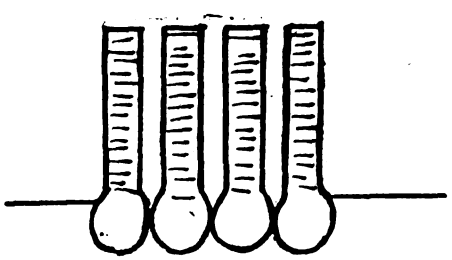


FIG. 427.

Si d'ailleurs les têtes des molécules ne sont pas trop grosses, elles peuvent, sous compression suffisante, venir se loger dans des retraits présentés par les chaînes des molécules environnantes, comme le montre schématiquement la figure 428, le passage se faisant pour chaque groupe de corps au point où la branche individuelle de courbe correspondante rencontre la portion commune à toutes les courbes, soit GH. Le changement est du reste réversible.

Le tableau suivant fournit les principaux résultats des mesures basées sur ces considérations, relativement aux sections droites de divers groupements fonctionnels. Il va de soi que ces nombres représentent les sections droites dans le cas des molécules assemblées en lames minces; elles ne sont pas nécessairement celles qui se présenteraient pour des molécules individuelles, libres dans l'espace.

Groupes	Sections droites
Chaîne hydrocarbonée	20,7 U. A.
— CH_2CH_2COOH	25,1
— $CH=CH\,COOH$	28,7
— $CH_2CH_2COOC_2H_5$ (1)	22
— $CH=CH\,COOC_2H_5$	28,7
— CH_2OH	21,7
— $CONH_2$	< 21
— CN	27,5
— $CH_2NHCONH_2$	25,5
— C_6H_4OH	23,8
— $C_6H_4NHCOCH_3$	28,2 ou 25,8 (2)
Éthers glycériques	63
Dipalmitate de glycol	42
Cholestérol	39
Hydrolécithine	53

L'état à deux dimensions, et d'ailleurs orienté, de la matière qui constitue les lames minces nous permet, non seulement de calculer les dimensions, et de déterminer dans ses grandes lignes la forme extérieure des molécules, c'est-à-dire d'esquisser le contour de leurs champs de force répulsifs, il représente en outre l'un des cas les plus favorables que l'on puisse rencontrer pour l'étude des champs attractifs de force qui règnent autour des mêmes molécules. Le problème de la réduction des forces observées aux forces réelles s'exerçant sur les mo-

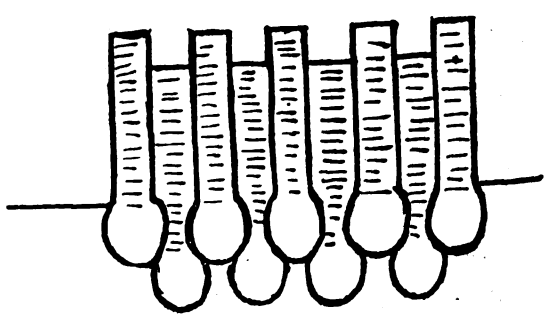


FIG. 428.

(1) Les nombres relatifs aux éthers éthyliques, méthyliques et allyliques sont tous égaux,

(2) Selon la température.

Digitized by Google

lécules individuelles est considérablement simplifié lorsque, comme dans les lames minces, il n'est nécessaire de considérer qu'une orientation unique des molécules.

Considérant d'abord la stabilité des lames minces, on constate qu'il est souvent possible de les comprimer jusqu'à 30 dynes/cm (1), force qui, rapportée à l'épaisseur habituelle des lames minces, correspond à une pression de 100 atmosphères pour la substance prise en masse. Il apparaît clairement, du même coup, que les molécules de la lame adhèrent très fortement à la surface de l'eau, car il n'est pas de lame mince isolée qui soit capable de supporter sans brisure un tel effort de compression. Et l'on observe en effet que si l'intensité d'attraction du groupe terminal pour l'eau diminue, la stabilité de la lame vis-à-vis de la compression diminue pareillement. Par exemple, une lame d'hexadécylphénol est tout à fait stable, tandis que si le groupe OH qui adhère à l'eau est méthylé, on constate que la lame mince déposée sur l'eau diminue lentement d'aire, et se rassemble progressivement en une série de taches visibles à la surface de l'eau.

Si l'on fait croître suffisamment l'état de compression d'une lame mince même stable, elle finira naturellement par se rompre, en évoluant vers un nouvel état stable. Il y a tout lieu de penser que celui-ci va se trouver réalisé sous la forme de lames bimoléculaires, résultant de l'adhérence mutuelle des faces polaires de deux fragments de la lame monomoléculaire initiale recourbés vers l'extérieur. Ce sont des couches doubles de cette nature qui forment probablement les lames fondamentales constituant les minces paillettes cristallines que l'on observe dans la plupart de ces composés solides à longues chaînes.

Les effets de l'élévation de la température ont aussi fourni des renseignements précieux sur les forces attractives entre molécules. En un sens, les têtes des molécules peuvent être considérées comme dissoutes dans l'eau. Elles prennent part pour cette raison au mouvement d'agitation thermique des molécules d'eau. En fait, une élévation de température peut affecter les lames minces de deux façons. Si la lame est peu stable, l'effet produit est d'accroître la tendance au rassemblement de la lame en gouttes. Plus fréquemment, on constate d'abord l'effet de la composante horizontale du mouvement d'agitation, qui tend à faire disparaître la cohésion latérale de la lame. Il en résulte qu'à une certaine température l'aire de la surface occupée par les lames s'accroît considérablement, comme Labrouste l'avait le premier observé. Marcelin et Adam en ont donné simultanément l'explication. Lorsque la température s'élève suffisamment, les courbes de compressibilité se modifient profondément. Des formes de la fig. 2, elles passent à d'autres, qui rappellent les courbes de compressibilité des gaz. L'expansion des lames minces à température assez élevée est un phénomène général. Pourtant, la température d'expansion, pour une force de compression donnée, croît avec la longueur de la chaîne, ce qui paraît naturel, puisque la force à vaincre pour que l'expansion se produise est due aux attractions latérales qui s'exercent entre les chaînes moléculaires.

On peut considérer les lames à l'état d'expansion comme représentant une sorte d'état gazeux à deux dimensions. Dans les lames condensées, il y a contact entre les molécules tout le long de la surface; dans les lames détendues, il y a un espace libre considérable à la surface du liquide entre les molécules; celles-ci sont en constant mouvement d'agitation sur la surface, et les pressions qu'elles exercent sur les barrières qui les limitent sont maintenant dues à leur quantité de mouvement. La lame ne saurait toutefois être rigoureusement assimilée à un système gazeux isolé à deux dimensions, car les molécules du film sont constamment en contact avec les molécules d'eau, et sont influencées par les mouvements propres de ces dernières. Et le problème posé par un système aussi compliqué n'est pas d'une résolution aisée.

Il est probable que dans les films détendus, comme dans les films condensés, les molécules sont orientées normalement à la surface de l'eau. En effet, l'aire des films détendus ne croît pas sous une compression donnée avec l'allongement des chaînes hydrocarbonées, comme elle le ferait si les molécules n'étaient pas verticales.

Les considérations précédentes fournissent de divers phénomènes connus une explication simple et frappante. L'expérience nous a révélé une forte tendance des molécules possédant de longues chaînes à se rassembler suivant leurs surfaces latérales, cette cohésion latérale étant annihilée par agitation thermique à une température d'autant plus élevée que les chaînes sont plus longues. Elle nous a montré en outre l'existence d'une forte attraction entre les groupements OH, COOH, $COOCH_3$, CN, etc., et l'eau.

Ces propriétés, rapprochées des points de fusion des cristaux, ont suffi pour permettre de prédire les traits principaux de la structure des cristaux d'acides gras et de leurs éthers, dont les recherches de Muller et Shearer, au moyen des rayons X, ont depuis montré l'existence dans ces cristaux. Dans les acides, les points de fusion s'élèvent à mesure que croît la longueur des chaînes, manifestant probablement ainsi l'assemblage latéral étroit des chaînes moléculaires dans les cristaux. Mais d'autre part l'éthérification du groupe COOH abaisse immédiatement le point de fusion, ce qui montre que dans les acides les groupes COOH des molécules adjacentes s'attirent mutuellement, et contribuent donc à stabiliser le cristal. Il en résulte que le cristal est probablement formé de lames bimoléculaires, comme celles que nous avons vu apparaître par compression à la surface de l'eau, les groupes COOH étant placés vers le plan médian de ces lames.

Il est de même aisé de voir pourquoi les sels des acides gras supérieurs ont une tendance à former des ions colloïdaux de grande masse moléculaire et cependant de grande mobilité, et de suggérer une structure possible de ces ions colloïdaux. Un anion isolé d'un savon d'un métal monovalent peut exister temporairement à l'état libre dans un liquide, mais s'il vient au contact d'un autre anion, il se formera un assemblage des deux ions, par l'intermédiaire de la surface latérale de leurs chaînes. Le phénomène se poursuivant avec d'autres anions, il en résultera finalement un assemblage sous la forme d'un agrégat d'ions étroitement unis, les chaînes collées les unes aux autres, et dirigées vers l'intérieur, les groupes $-COO^-$ étant de leur côté tournés vers l'extérieur, formant donc un pavage d'ailleurs chargé négativement qui limite l'agrégat dans tous les sens : la particule colloïdale aura donc une charge considérable, prenant les propriétés propres aux ions colloïdaux des solutions de savon.

Si nous passons aux savons des métaux divalents, les rôles sont en quelque manière renversés, car, alors que la chaîne unique des savons de métaux monovalents pouvait être plus étroite que l'extrémité polaire de la molécule, la double chaîne des savons de calcium, par

(1) C'est la force par unité de longueur de la barrière mobile AB.

Digitized by Google

exemple, pourra l'emporter en section droite sur l'extrémité polaire. Les molécules plus larges à leur extrémité polaire se rassemblent, nous venons de le voir, en présentant à l'eau une surface polaire convexe. Une telle disposition correspond à la stabilisation des émulsions d'huile dispersée dans l'eau sous l'influence des savons des métaux monovalents. Le cas opposé des savons de métaux divalents produira la disposition inverse : les molécules, plus étroites à leur extrémité polaire, pourront dès lors entourer des gouttelettes d'eau, tandis que la chaîne plus large sera dirigée vers une phase huile : on aura stabilisation des émulsions d'eau dans l'huile. Ceci correspond à des effets bien connus des savons de métaux mono et divalents, respectivement.

De plus, les molécules plus étroites à leur extrémité polaire seront incapables de former des agrégats du type des ions colloïdaux. Il est probable que ces molécules se rassemblent avec leurs extrémités polaires au centre de l'agrégat, et leurs chaînes hydrocarbonées vers l'extérieur; une telle disposition correspond à la solubilité dans les hydrocarbures, mais non dans l'eau.

Dans l'explication de la force qui sollicite la tige de cuivre paraffinée AB de la figure 1, il a été montré qu'elle résulte d'une poussée des molécules de la lame mince. Mais, ces molécules réduisent l'énergie libre superficielle, et par conséquent la *tension superficielle* de la surface; ainsi, ce qu'on appelle communément *diminution de la tension superficielle* apparaît, dans une telle surface à structure compliquée, être réellement un effet du resserrement latéral des molécules, sous l'action d'une compression. Dans le cas de molécules plus larges à une extrémité qu'à l'autre, où le resserrement est plus grand à l'extrémité large, on peut regarder la courbure de l'intersurface comme se produisant dans le sens qui correspond au minimum d'encombrement des molécules. Ceci correspond, dans le langage de la capillarité, à ce fait reconnu que l'intersurface tend à devenir convexe vers la phase où la *tension superficielle* subit la plus grande diminution par l'adsorption du savon.

Cette théorie fournit aussi une explication simple de l'action détersive des savons. Presque toutes les matières étrangères insolubles dans l'eau, — et pour lesquelles on emploie le savon, — sont de nature huileuse, ou au moins sont plus attirées par les hydrocarbures que par l'eau. Par suite, dans une solution de savon, les molécules de savon seront adsorbées à la surface de l'impureté, avec leurs extrémités hydrocarbonées tournées vers elle, et leurs extrémités polaires vers l'eau. La surface de la particule devient par suite capable d'attirer l'eau fortement, et, si la particule est assez petite, elle passera en solution colloïdale. C'est ainsi que Pickering a montré en 1917 que de petites quantités de paraffine peuvent, en présence de savon, passer en solution dans l'eau.

L. Brüninghaus.

Chimie

Le centenaire de la découverte du benzène. — La Grande-Bretagne a glorifié en juin dernier le grand Faraday, à propos de sa découverte du benzène. Celui qui devait se rendre universellement célèbre dans le domaine de l'électricité, avait en effet commencé par être chimiste.

Né en 1791, à Newington Butts, près de Londres, fils d'un forgeron, Michael Faraday avait été mis en apprentissage chez un relieur. C'est là, où il lisait avec avidité les ouvrages scientifiques qui tombaient entre ses mains, qu'il fut remarqué par Davy. Il devenait son assistant en 1813.

Son mémoire « sur un nouveau composé de carbone et d'hydrogène obtenu par la décomposition de l'huile par la chaleur », qu'il lut le 16 juin 1825 devant la Royal Institution, avait trait à un travail entrepris à la demande de la Portable Gas Company. Faraday avait baptisé bicarbure d'hydrogène le corps nouveau, considérant qu'il était formé de 6 proportions de carbone et de 3 d'hydrogène; notre nomenclature moderne attribue la formule C^6H^6 au bicarbure, qui devait prendre le nom de benzène.

La découverte du benzène est moins importante par elle-même que par le développement, tant scientifique que technique, auquel elle a donné naissance. La grande industrie du goudron et celle des couleurs à base d'aniline, la chimie des composés aromatiques et la chimie constitutionnelle en général, sont issues de ce point de départ. Telle est la signification que la Royal Institution a voulu donner à la célébration du centenaire du benzène.

Faraday ne devait prendre, personnellement d'ailleurs, qu'une faible part à cet admirable essor. On lui doit encore un certain nombre de recherches chimiques de valeur, mais son attention devait bientôt se fixer surtout sur les phénomènes électriques, avec le succès que l'on sait. En 1931, le monde entier pourra s'associer à son pays natal pour commémorer un autre centenaire, celui de ses découvertes de l'induction électromagnétique et des lois de l'électrolyse. S. V.

Statistique

La production de l'or en 1924. — D'une façon générale la production mondiale est faible en 1924, sauf au Transvaal où au contraire on relève les chiffres les plus élevés atteints en une année, soit 9.597.643 onces d'or fin (1 once = 31 gr. 1) valant 44.691.899 Livres. La valeur totale de l'or extrait dans le monde est évaluée à 79 millions de livres sterling, la plus forte production étant celle de 1915 avec 96,4 millions de £.

L'Empire britannique a produit, en 1924, 70.9 % de la production d'or du monde entier.

Les États-Unis ont produit 2.511.243 onces, principalement en Californie, 630.882 onces, Colorado 408.667 onces, Alaska 300.907 onces, S. Dakota 296.781, Arizona 232.113, Nevada 223.159 onces, etc.

Le Canada au 3e rang a donné 1.525.000 onces, dont 1.230.000 produits par l'Ontario.

En France il ne semble pas qu'il ait été extrait une quantité appréciable d'or en 1924, les statistiques publiées par M. Édouard Payen dans l'*Économiste français*, n'en font pas mention. Les importations en France, indiquent 78 kilogrammes fournis par l'Algérie et 364 par Madagascar. L. R.

Digitized by Google

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Enseignement

Les ateliers écoles de la Chambre de commerce de Paris. — La crise de l'apprentissage est une réalité dont on parle depuis fort longtemps, mais ce n'est pas une raison pour refuser de voir qu'il est fait quelque chose pour la conjurer. D'ententes entre les Chambres syndicales, la Chambre de commerce et la Ville de Paris, on a réussi à ouvrir déjà six ateliers écoles où les élèves apprennent non seulement le travail du fer et du bois, selon la formule banale des premières écoles professionnelles, mais encore les arts les plus divers, au point d'être capable de choisir un métier, en connaissance de cause, au bout de peu de mois.

Voici où l'on en est :

Le premier atelier a été fondé en 1920 rue des Épinettes. Déjà 225 élèves y apprennent la mécanique, la serrurerie, la menuiserie, la ferblanterie et la plomberie. Le second, rue au Maire, 232 élèves, pour : petite mécanique, menuiserie, ébénisterie, sculpture sur bois, carrosserie, serrurerie et ferronnerie d'art. Rue de Babylone : serrurerie, menuiserie, ébénisterie et aussi couture, lingerie, broderie et modes, car les filles auront aussi leurs ateliers écoles, et prochainement un atelier de tailleurs pour hommes sera ouvert. Place des Vosges : papeterie, cartonnage, maroquinerie, articles de voyage. Cet atelier vient d'ouvrir ses portes avec 38 élèves. Rue Montmartre, on forme des vendeurs et employés de magasins, étalagistes. Rue Saint-Lambert, les métiers du bâtiment sont enseignés à 51 jeunes gens.

Tout ceci prouve qu'il est fait quelque chose pour l'apprentissage et l'*Économiste français* ne ménage pas ses éloges aux promoteurs de cette œuvre. Au total en 1925 c'est une somme de 1.100.000 francs consacrée par la Chambre de commerce à ces écoles.

Avec les nombreuses écoles spécialisées de la Ville de Paris qui forment depuis longtemps des artisans émérites, Paris sera donc doté de tous les moyens pour conserver le renom mondial qu'elle tient des siècles passés pour tout ce qui touche aux arts manuels.

L. R.

Génie Civil

Houille bleue. — Utilisation des vagues. — On sait que l'énergie des marées peut être utilisée à l'aide de bassins et de turbines et qu'une usine marémotrice a été installée à l'Aber-Vrac'h (Finistère).

Plus séduisante *a priori*, l'utilisation des vagues agissant sur des volets, des flotteurs, des turbines à air, etc... n'est pas pratique : par temps calme, la puissance est insignifiante ; par gros temps, les appareils risquent d'être détruits.

Les tuyères convergentes Pinard et Sala, expérimentées à Monaco, paraissent plus intéressantes.

Une trompe dirige les vagues sur les aubages d'une roue Pelton ; par une série de pulsations, les ondes sont projetées avec une grande vitesse sur la turbine qui peut commander directement des génératrices électriques. On place ainsi, en parallèle, un assez grand nombre de tuyères et de turbines. Des vannes isolent les appareils en cas de tempêtes violentes.

Toute l'économie du système consiste dans la transformation du choc des vagues en une série d'écoulements continus dans les tuyères, de sorte que les aubages travaillent à la manière des récepteurs hydrauliques utilisant des chutes.

On peut être surpris, cependant, de constater que les inventeurs s'acharnent à dompter la puissance extrêmement brutale développée par les houles marines. La réalisation de turbines aériennes, le long des côtes, nous paraît plus facile. Des plans inclinés, formant de vastes entonnoirs, permettraient d'augmenter — de beaucoup — la vitesse de l'air, de sorte qu'une très petite turbine, tournant à grande vitesse, appareil relativement peu coûteux par conséquent, serait capable de recueillir une puissance considérable. La conservation de ces appareils aériens serait beaucoup plus certaine que celle d'ouvrages soumis, plus ou moins directement, aux masses énormes formées par les houles qui viennent s'y briser.

Ed. M.

Industrie

Four démontable pour la carbonisation des bois en forêt. — De nombreux appareils de carbonisation des bois pour la fabrication du charbon de bois en forêt, avec un rendement plus élevé que l'ancien procédé des meules, ont été proposés dans ces dernières années.

Les appareils proposés sont de conceptions très diverses, les uns sont des petites usines sur chariot, d'autres ressemblent assez fidèlement à des meules de bûcherons qui seraient couvertes par de la tôle au lieu de la terre qui forme depuis un temps immémorial le revêtement adopté par les charbonniers de nos bois.

Un grave inconvénient de ces appareils est leur poids élevé qui ne permet pas de les transporter en montagne. Un appareil démontable en portions pesant moins de 100 kilogrammes est le four vertical tubulaire continu construit par M. Laurent, dont l'*Écho forestier* vient de donner une description.

Les dimensions sont $1^m,40$ de largeur sur $0^m,80$ de longueur et 3 mètres de hauteur, mais elles peuvent varier car l'appareil est formé d'éléments semblables qui peuvent être employés en plus ou moins grand nombre.

L'appareil est divisé en compartiments où le bois chemine de haut en bas à mesure que la carbonisation s'effectue. Ces compartiments de carbonisation sont séparés par des couloirs de chauffage, où les gaz d'un foyer spécial circulent de bas en haut.

La marche de l'appareil est continue : le chargement s'effectue par un entonnoir spécial isolé de l'atmosphère par deux trappes inférieure et supérieure, qui, manœuvrées alternativement permettent d'introduire une charge au haut du compartiment de carbonisation sans le mettre en communication directe avec l'atmosphère. Lorsque le bois est arrivé complètement carbonisé au bas de l'appareil, une trappe permet également de faire tomber

Digitized by Google

dans une fosse sous-jacente le charbon de bois achevé.

On voit qu'il s'agit ici d'un véritable appareil de carbonisation en vase clos et non d'une meule couverte. Il n'existe en effet pas de communication entre les gaz du foyer et les compartiments du bois à traiter qui lui-même ne brûle pas, aussi le rendement en charbon de bois est-il forcément élevé.

La température des gaz est de 650° en bas des couloirs de chauffage et de 150° en haut. A ce moment ces gaz

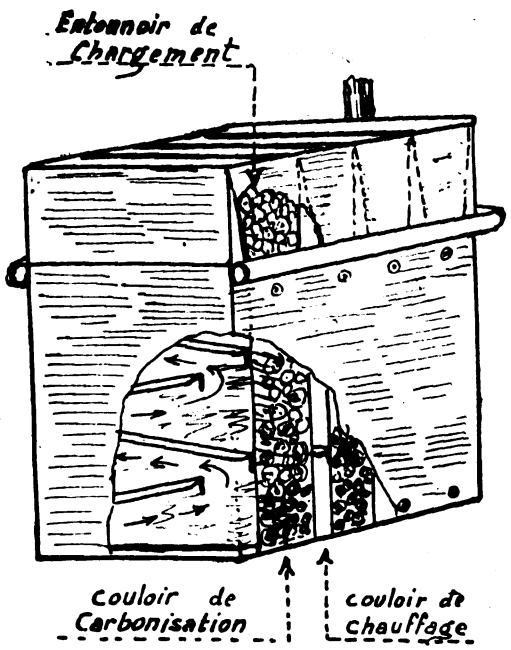


FIG. 429. — Four démontable pour la carbonisation des bois en forêt.

sont envoyés dans les auges de chargement pour dessécher les bois à introduire. Les goudrons et liquides condensés sont recueillis.

Si réellement l'appareil de M. Laurent donne satisfaction, il constituera un auxiliaire puissant pour l'exploitation des bois situés en montagne et que l'on ne peut exploiter à l'heure actuelle à cause des difficultés que présente leur transport. Au contraire, le charbon de bois, est d'une évacuation facile, aussi bien à cause du poids considérable de bois qu'il représente et du volume très réduit qu'il occupe, comparativement au bois initial. 100 kg. de bois donnent en effet 23 kg. de charbon. La fabrication du charbon de bois constitue d'ailleurs actuellement la meilleure façon d'exploiter les taillis situés sur des pentes inaccessibles aux voitures. L. R.

Sylviculture

Les incendies de forêts. — Chaque année les journaux sont remplis des échos de nombreux incendies de forêts. Fontainebleau, l'Estérel, les Landes, sont souvent atteints et chacun se sent lésé, car tout le monde aime ces coins ravissants et reposants, aux inoubliables souvenirs, aux délicieuses sensations. On a beaucoup écrit, on a beaucoup parlé, on a fait de nombreux rapports, de longues (très longues) enquêtes, mais je ne crois pas qu'on ait jamais envisagé la question sous le jour pratique, avec la compétence et le bon sens que vient de montrer un spécialiste de la lutte contre le feu, M. Félicien Michotte, l'ingénieur des Arts et Manufactures qui s'efforce depuis de nombreuses années à perfectionner les moyens de lutte contre les incendies (1).

Quelle est la répartition des incendies dans l'année ? La voici d'après 117 observations :

Août 55, septembre 35, juillet 13, avril 5, juin 3, mai et mars 2, février et octobre 1, novembre décembre janvier 0.

Donc c'est en juillet, août, septembre, que la surveillance doit être la plus active.

En ce qui concerne la prévention par des travaux et des aménagements spéciaux, M. Michotte tient pour très efficace le débrouissaillement, des tranchées pare-feux bien entretenues mais il réduit à néant, d'une façon d'ailleurs péremptoire, les procédés utopiques, inefficaces, voire dangereux qui ont été proposés par des personnes ne connaissant rien des incendies, ni des forêts. Sa critique suffit et sa compétence doit nous écarter de ces erreurs, cette remarque nous évite de longues et inutiles descriptions.

La surveillance doit être faite par des guetteurs et par des rondes en nombre suffisant, tout est là, car un homme ne peut surveiller des espaces trop considérables. Un surveillant pour un espace de 20 kilomètres sur 20 aux États-Unis, c'est trop peu. Un surveillant pour un carré de 3 km. sur 3, en Prusse, cette proportion est à préférer, souvent même elle est insuffisante, et cela est évident pour les endroits très accidentés où l'homme ne peut avoir en vue qu'un espace très restreint.

Les Sémaphores Deniges employés dans les Landes sont très pratiques : ce sont des pylones métalliques de 28 m. de hauteur au sommet desquels un guetteur dispose de téléphone, de signaux optiques et acoustiques. Parfait, il reste lorsque l'incendie est signalé, à l'éteindre.

Là, M. Michotte avec sa verve, son mordant accoutumé, se permet de réduire à néant, ou peu s'en faut, les méthodes employées par l'administration et par l'armée, ainsi que par les gens affolés. Sur ce dernier point il cite l'opinion de M. Girard qui signale l'affolement des populations et des personnes préposées à l'extinction comme une des entraves les plus réelles à la lutte contre les feux de forêts. Lorsqu'un incendie est déclaré on voit pendant deux jours des automobiles bondées de personnages chamarrés parcourir la région, ensuite seulement, arrive la troupe avec des pioches alors qu'il faudrait des haches et des serpettes...

La vitesse des secours est la condition première en incendie forestier comme en incendie de maisons. Le grand principe que chacun de nous a hélas très souvent l'occasion de vérifier qui veut qu'un incendie pris à ses débuts est facile à éteindre, est vrai encore en forêt. Donc en forêt des secours doivent être préparés et bien répartis. M. Girard et M. Michotte, d'accord préconisent des points d'eau nombreux, des mares assez nombreuses, des réserves artificielles aussi et des tonneaux sur roues facilement maniables.

L'eau est le plus efficace des agents de lutte. L'emploi de la terre est très peu efficace et très difficile à appliquer. Au contraire, à l'aide de pompes à main en zinc et d'arrosoirs on circonscrit très vite un feu de forêt. Le tout est d'avoir le personnel, l'eau et les instruments en

(1) *Les incendies de forêts*, par F. Michotte, in-8°, 64 pages, *Institut de la Science du feu*, 45, avenue Trudaine.

Digitized by Google

grand nombre, le plus vite possible au lieu du sinistre.

L'emploi de pulvérisateurs du modèle utilisé par les viticulteurs est d'une efficacité surprenante. Enfin, on peut prévoir des équipes de sauveteurs-cyclistes qui se transportent rapidement, munis d'un seau et d'une pompe à main, cette méthode indiquée par M. Girard paraît bien la plus simple et la plus pratique.

Enfin, munir les locomotives d'appareils évitant la projection des escarbilles enflammées dans les forêts paraît une précaution assez élémentaire pour qu'on n'ait pas besoin de la souligner.

Telles sont les méthodes principales de lutte et de prévention que le bon sens ne peut qu'apprécier et qui seront certainement plus efficaces que les enquêtes et les rapports.

Mais d'où viennent les incendies de forêts. Les fumeurs? M. Michotte y croit peu. La malveillance? elle semble rare. Les causes d'ordre physique et biologiques peuvent être considérées comme certaines. L'électricité atmosphérique joue sûrement un grand rôle et on doit l'incriminer souvent. Les combustions spontanées dues à des fermentations puis à l'échauffement supplémentaire du soleil paraissent aussi très plausibles, et elles semblent bien avoir été constatées de visu. La combustion spontanée des meules de foin est aujourd'hui démontrée. M. Michotte l'a d'ailleurs signalée dès 1912 dans une note qui fut rejetée par l'Académie des Sciences, car à cette époque on ne voulait pas l'admettre.

D'une façon générale on peut dire qu'il est très difficile de trouver la cause d'un incendie de forêt. Mais les idées judicieuses et les méthodes pratiques proposées par M. Michotte semblent ouvrir un bel horizon d'espoir à la lutte contre les incendies de forêts. A l'ouverture de la saison dangereuse on doit s'imprégner de ses idées et ne pas manquer, par l'observation des incendies de forêts, de les soumettre au contrôle des faits. J'ai, comme un pressentiment, l'impression que M. Michotte sera le plus près de la victoire dans la lutte contre les incendies de forêts.

L. Rigotard,
Ingénieur-agronome.

Agrologie

L'ascension capillaire dans les sols. — L'ascension capillaire de l'eau dans les sols joue un rôle qu'il n'est pas besoin de souligner, dans les propriétés agronomiques et agricoles des terres.

Si jusqu'à présent on a beaucoup parlé de la perméabilité ou de l'imperméabilité des terrains, sans donner d'aperçu sur l'ascension capillaire, c'est qu'on manquait de nombres précis, ou au moins approchés pour fixer les idées sur l'importance de la capillarité.

Garola, l'éminent agronome qui a dirigé si longtemps la Station agronomique de Chartres, avait terminé, avant sa mort, quelques expériences d'une haute portée théorique et pratique sur la capillarité dans les sols. Sa fille qui continue à Chartres, sous la direction de M. Braün, les travaux inachevés, vient d'extraire des Cahiers de Recherches les résultats de plusieurs années de labeur fécond : ce sont des mesures de l'ascension capillaire dans les diverses catégories de terrains et d'éléments des terres arables (*Annales de la Science agronomique*, janvier-février 1925).

Ainsi Garola avait mesuré l'ascension capillaire séparément dans les sables, les limons, les argiles, puis dans des terres ordinaires de composition connue quant à ces éléments.

Les résultats ont un tel intérêt qu'on peut en trouver des applications pratiques immédiatement dans tout travail qui a pour but l'assainissement des terres, la recherche des eaux, etc., ainsi que l'explication des propriétés de certains sols vis-à-vis de la croissance des végétaux.

Pour réaliser les mesures, Garola a commencé par construire un appareil enregistreur comparable à l'évaporomètre de Houdaille et dont le schéma est donné ci-dessous, ce qui évite toute description.

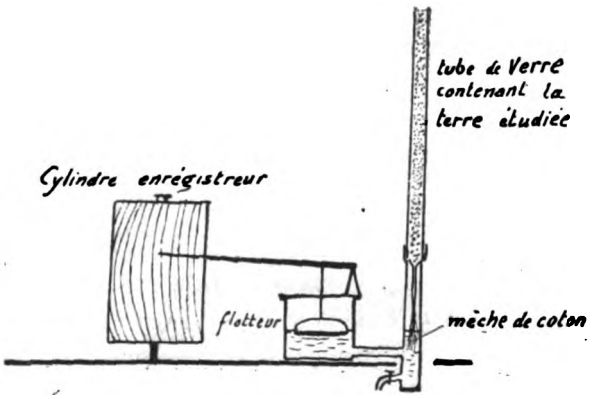


Fig. 430.

Sans nous étendre sur les nombreuses observations et mesures faites par l'auteur, voici ses résultats pratiques :

1° Ascension capillaire dans le sable. Le sable est contenu dans un tube de verre de 2 cm. de diamètre.

Dans une expérience on a obtenu.

Hauteur atteinte au bout de		
1 heure	21 centimètres	
2 »	27,5	
6 »	35	
12 »	43	
24 »	48,25	
2 jours	51	
7 »	55,75	
14 »	57	
21 »	58,35	Expérience parallèle prolongée
28 »	59	

Les essais ont été reproduits pour divers sols, notamment pour un limon des plateaux d'Archevilliers, près de Chartres, dont la constitution physique est celle-ci :

Sable siliceux	10.87
Limon siliceux	70.38
Limon calcaire	0.60
Argile brute	18.15
	100.00

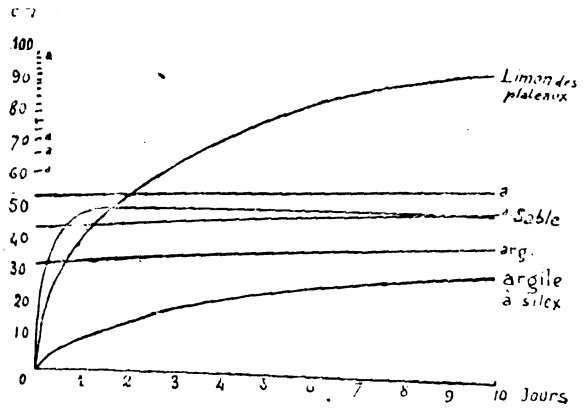
Une argile à Silex de Poiffonds, près de Chartres dont la composition est :

Sable siliceux	13.40
Limon siliceux	48.80
Calcaire	1.15
Argile brute	36.65
	100.00

a donné lieu à des mesures d'ascension capillaire jusqu'au 190e jour d'expérience.

Digitized by Google

Il est frappant de constater que si l'eau s'élève dans le limon des plateaux à près de 1 m. en 10 jours, elle ne dépasse guère 55 cm. dans le sable et 32 dans l'argile à silex dans le même temps.



Courbe des hauteurs d'ascension capillaire.
Pour l'argile, les hauteurs ont été mesurées jusqu'au 190e jour, mais pour ne pas surcharger le diagramme, elles sont indiquées tous les 10 jours, au-delà du 40e jour d'expérience.

Fig. 131.

C'est dans le sable que l'ascension capillaire est la plus rapide pendant les premières heures. Dans l'argile où les canaux capillaires sont très fins l'ascension est assez lente dès le début.

Garola a d'ailleurs estimé les dimensions des orifices capillaires des sables, limons et argiles de diverses grosseurs. Il a évalué les dimensions des grains composant ces matières, le nombre des grains par gramme. Voici les nombres qu'il cite :

Grains de :	Diamètre	Nombre par gramme
Graviers	> 1 mm	90
Sable	0,05 à 1	4980
Limon	0,005 à 0,05	34 650 000
Argile	0,0001 à 0,005	43 462 000 000

Les dimensions des orifices capillaires varient de 68 μ 7 pour le sable calibré (de 175 μ de diamètre) à 1 μ 062 pour l'argile pure.

De l'étude de Garola on pourra vraisemblablement tirer des explications nouvelles et satisfaisantes des propriétés physiques des terres et connaissant le rôle spécifique de chaque composant, sable, argile, limon, on interprétera mieux les analyses physiques de sol, on saura corriger les défauts des terres arables en connaissance de cause.

Les études déjà anciennes de Müntz, Faure et Lainé qui avaient porté sur la perméabilité notamment, sont complétées d'une façon très heureuse par ces données sur l'ascension capillaire. Il semble bien qu'il y aura beaucoup à tirer de la connaissance des intensités d'ascension capillaire, comme aussi de la résistance capillaire à la perméabilité. Il faut espérer que des agronomes ne tarderont pas à nous donner la liaison attendue entre ces études de perméabilité et d'ascension capillaire, études qui devront comporter des expériences bien faites et parfaitement coordonnées.

L. Rigotard,
Ingénieur-Agronome.

NOUVELLES

Vie scientifique universitaire

Universités. — Le 5 novembre, dans toutes les Universités, une session d'examen est organisée par les étudiants étrangers originaires des pays où l'enseignement secondaire n'est pas organisé d'une façon équivalente au nôtre.

Collège de France. — Une chaire nouvelle, la 42e, est créée pour l'enseignement de l'épidémiologie. Le médecin inspecteur général Vincent, membre de l'Institut, est nommé titulaire de cette chaire.

École supérieure de mines. — M. Paul Lévy, ingénieur en chef, est nommé professeur de mécanique en remplacement de M. Le Cornu admis à la retraite.

Université de Copenhague. — M. de Monzie, Ministre de l'Instruction publique, a fait le 10 septembre une conférence au grand amphithéâtre, sur les tendances de l'enseignement français.

M. le Recteur Torm a été fait officier de la Légion d'Honneur.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 août 1925

(suite.)

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *E. Conseil.* **Sur la production d'un sérum expérimental préventif du typhus exanthématique. Etapes et solution du problème.**

Les auteurs établissent que le sérum de l'âne se montre suffisamment actif pour la prévention du typhus expérimental, bien qu'il soit généralement moins riche en anticorps que celui des malades convalescents et de la plupart des cobayes guéris. Il y aurait intérêt, sans doute, à augmenter l'activité du sérum de l'âne, soit en diminuant la résistance de l'animal (saignées répétées, inoculation de sérums toxiques), soit plutôt en rendant plus sévère l'infection (en associant, par exemple, l'inoculation intracérébrale avec des inoculations intraveineuses contemporaines).

GÉOLOGIE. — *N. Arabu* (Transm. par M. Ch. Depéret). **Remarques stratigraphiques sur le champ de fracture de Ribeauvillé (Haut-Rhin), au nord de la Strengbach.**

Cette région est constituée essentiellement par des sédiments triasiques et jurassiques, couronnés de conglomérats d'âge oligocène. L'auteur donne une énumération des sédiments rencontrés, plus spécialement de ceux dont il a eu la possibilité de préciser le niveau, grâce à des trouvailles de fossiles.

La région tire une de ses particularités essentielles de phénomènes de diagenèse : silicification et minéralisation

Digitized by Google

parfois très avancée des sédiments, surtout de ceux du Trias.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Louis Emberger* (Transm. par M. Flahault). **Le chondriome des végétaux.**

L'auteur pense que le chondriome des végétaux est fondamentalement unitaire. Toutes les mitochondries sont actives mais avec les potentialités diverses dont l'une est remarquablement développée chez les êtres chlorophylliens.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Emile André* et *Franck Guichard* (transm. par M. Moureu). **Contribution à l'étude des graisses de palmiers d'Amérique. Sur le beurre de Murumuru.**

Le beurre de Murumuru, extrait des graines d'*Astrocaryum Murumuru*, espèce assez abondante dans les forêts du bassin de l'Amazone, ressemble beaucoup aux beurres de coco et de palmiste. Il en diffère par son point de fusion plus élevé, par l'absence d'acide coproïque et par la présence d'un acide fondant au-dessus de 69°.

MICROBIOLOGIE. — *E. Ivanoff* (prés. par M. Roux). **Un nouveau mode de conservation et d'envoi des Trypanosomes et des Spirochètes dans des larves de *Galleria melonella*.**

Les larves de *Galleria melonella* auxquelles on a injecté, en observant toutes les prescriptions de l'asepsie, des Trypanosomes *Brucei*, *Pecaudi* et *Lewisii* et des Spirochètes *Dutloni*, continuent à vivre et peuvent, à la température du laboratoire, maintenir la virulence du parasite pendant un certain temps assez variable. L'envoi de ces Trypanosomes et de ces Spirochètes devient ainsi possible pour des trajets pouvant durer de 5 à 7 jours. P. GUÉRIN.

Séance du 31 août 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Michel Akimoff* (transm. par M. Appell). — **Sur les fonctions hypergéométriques confluentes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Obrechkoff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur la sommation des séries de Fourier des fonctions analytiques.**

ÉLASTICITÉ A DEUX DIMENSIONS. — *Kolossof* (prés. par M. Mesnager). — **Solutions générales.**

ÉLASTICITÉ. — *C.-A. Garabedian* (prés. par M. Mesnager). — **Solution du problème de la plaque rectangulaire épaisse ayant deux côtés opposés appuyés et deux côtés libres, et portant une charge uniformément répartie ou concentrée en son centre.**

ÉLASTICITÉ. — *Haegelen* (près. par M. Mesnager). — **Arcs circulaires d'épaisseur uniforme. Applications aux barrages-voûtes.**

OPTIQUE. — *A. Blondel.* — **Sur une modification de la méthode photométrique de Lord Rayleigh, qui en rend possible l'emploi dans la photométrie avec une surface diffusante de comparaison.**

L'auteur démontre que la méthode de Rayleigh est inutilisable dans un luxmètre ordinaire. Pour remédier à cet inconvénient, il place devant la pupille une pupille artificielle de diamètre fixe, assez faible pour rester inférieure à l'ouverture totale de la pupille, même quand on déplace légèrement l'œil, mais assez grande pour laisser embrasser complètement la tache de diffusion correspondant à l'image focale donnée par la lunette, et d'autre part pour ne pas affaiblir trop la quantité de lumière reçue de la plage de comparaison par la rétine. Grâce à l'emploi de la pupille artificielle, l'appareil s'applique facilement à la mesure des brillances de petites surfaces.

MÉTÉOROLOGIE. — *D. Faucher* et *E. Rougetel* (prés. par M. Deslandres). — **Contribution à l'étude du mistral. L'accélération.**

Les observations faites de Saint-Vallier à Ancône montrent que dans cette portion de la vallée du Rhône, le vent du gradient est rarement observé seul. Il s'y ajoute très régulièrement un certain coefficient d'accélération. La vitesse du vent est donc la résultante de deux vitesses, l'une déterminée par le gradient barométrique, c'est la vitesse du gradient, l'autre causée par les conditions locales orographiques et géologiques, et pouvant être appelée vitesse orographique. L. FRANCHET.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Au sujet de la marche dite « sur la pointe des pieds ».**

La pratique à suivre est celle-ci. Porter le corps en avant, la tête bien relevée, le jarret tendu, et marcher à 130 pas à la minute. Cela, un quart d'heure le matin et autant le soir. Un tel exercice accélère respirations et pulsations dans la mesure qui convient, et fait tomber le ventre; il produit des effets heureux sur la digestion. Une légère transpiration se manifeste à la dixième minute.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Fernand Wyss.* — **Dosage biochimique de l'insuline.**

Trois remarques peuvent servir de base pour établir une méthode de dosage de l'insuline *in vitro* : 1° Le glucose est oxydé en acide lactique par l'eau oxygénée; en présence d'insuline, cette oxydation n'a pas lieu; 2° Les phénols sont oxydés par l'eau oxygénée; en présence d'insuline, cette oxydation est retardée ou inhibée, sauf en ce qui concerne les phénols polyvalents ayant deux hydryxoles en positions 1-2. L'insuline prévient la formation des corps acétoniques, qu'elle résulte de l'oxydation et de la désamination des acides aminés, ou de l'oxydation de l'acide β-oxybutyrique.

Le principe du dosage préconisé par l'auteur est le suivant. La protection exercée sur les phénols, vis-à-vis de l'oxydation, dépend de la quantité d'insuline présente ou, ce qui revient au même, toutes conditions restant égales, la protection est d'autant plus faible que l'oxydation est plus énergique.

PALÉONTOLOGIE. — *Viret* (transm. par M. Ch. Depéret. — **Sur la faune de Rongeurs de Saint-Gérand-le-Puy** (Allier).

La famille des Sciuridés comprend deux espèces de *Sciurus;* celle des Castoridés, trois espèces de *Steneofiber.* Les genres *Archæomys* et *Rhodanomys* représentent la famille des Théridomydés. Les Myoxidés, les Cricétidés, les Hystricidés sont également représentés, cette dernière famille par un genre nouveau pour lequel l'auteur propose le nom d'*Hystricopsis.* Indépendamment de l'*Amphilagus antiquus* Pomel et du *Titanomys visenoviensis* V. Meyer, les Lagomydés comprendraient un représentant d'un genre nouveau, *Piezodus.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *C. T. Popesco* (transm. par M. P. A. Dangeard). — **Sommeil et réveil comparés des feuilles primordiales chez les Haricots greffés et non greffés.**

L'apparition des mouvements de veille et de sommeil est influencée chez les Haricots par les capacités fonctionnelles des diverses races, la teneur en eau de leurs tissus, et surtout par les états biologiques différents dans lesquels se trouvent l'épibiote et l'hypobiote. Le premier, en effet, ayant perdu la totalité de l'appareil absorbant, est exposé à périr desséché quand on l'abandonne à l'air libre; l'hypobiote, qui a gardé son racinage intact, conserve naturellement la turgescence de ses tissus et rétablit plus vite ses mouvements dont le mécanisme a été déséquilibré par la section de l'axe et par les phénomènes accompagnant la cicatrisation des tissus.

PHYSIOLOGIE. — *E. Ducloux* et *Mlle G. Cordier* (transm. par M. E. Leclainche). — **Extrait pancréatique de l'*Acan-***

Digitized by Google

thias vulgaris ; **son action comparée à celle de l'insuline du bœuf.**

Les auteurs affirment l'action hypoglycémiante de l'extrait pancréatique de l'*Acanthias vulgaris* (poisson sélacien) pour le cobaye et pour le lapin en remarquant : 1° Qu'il n'existe aucune proportionnalité entre la quantité d'insuline injectée et le poids des animaux ; 2° Qu'il n'en existe pas non plus entre les quantités injectées pour un même poids d'animal ; 3° Que la baisse de sucre est sensiblement plus marquée dans le cas des injections intracardiaques.

P. GUÉRIN.

Séance du 7 septembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Chokhatte* (transm. par M. Appell). — **Sur une formule générale de la théorie des polynomes de Tchebycheff et ses applications.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *F. Baldet* (prés. par M. H. Deslandres). — **Sur la présence du spectre rouge du cyanogène dans la comète Daniel** (1907 d).

Un cliché, s'étendant de λ 388 à λ 670mμ a présenté dans le rouge une bande intense remarquable commençant par une condensation à λ 655, bande qui jusqu'ici n'aurait pas été signalée en raison d'un défaut de sensibilité des plaques, celle-ci ne s'étendait pas jusqu'au rouge. Cette bande paraît avoir pour origine le groupe de bandes rouges du cyanogéne, tel qu'on l'observe dans l'arc, mais développé avec une intensité exceptionnelle.

ASTRONOMIE. — *V. Nechvile* (transm. par M. B. Baillaud). — **Sur une relation entre le mouvement propre moyen grandeur stellaire d'après les premiers clichés de Henry.**

Le mouvement propre moyen a été déterminé deux fois : 1° pour chacune des 22 régions séparément ; 2° pour l'ensemble des 3.755 étoiles. On a constaté que μ décroît en général vers les grandeurs 12,5 et 13,5 pour remonter ensuite dans 18 des 22 régions. L'auteur montre expérimentalement que μ décroît régulièrement, à la façon des termes d'une série géométrique, avec les grandeurs stellaires, ce qui est naturel ; mais qu'à partir de la treizième grandeur μ va en croissant pour les régions étudiées, ce dernier fait pouvant être d'origine accidentelle ou réelle. L. FRANCHET.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Duboin* (prés. par M. G. Urbain). — **Application au chrome d'une méthode générale de synthèse de fluorures et de silicates.**

Cette méthode de l'auteur (1890-1892) permet de préparer la cryolithe chromico-potassique en beaux cristaux verts par l'addition d'oxyde ou de fluorure de chrome dans du flurhydrate de fluorure de potassium fondu. On ajoute de la silice que l'on retrouve à l'état de tridymite. La cryolithe a pour formule CrF^3, 3 K F : elle se dissout facilement dans les acides étendus. A. RIGAUT.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les groupes abéliens finis et les modules de points entiers, par Albert CHATELET, Recteur de l'Académie de Lille. (*Collection des travaux et mémoires de l'Université de Lille.*) In-8° de 230 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

On appelle groupe abélien fini d'ordre *n* un ensemble de *n* éléments entre lesquels on a défini un mode de composition univoque, associatif et commutatif, l'opération inverse de cette composition étant possible et d'une seule façon. A cause de son immense généralité, cette notion se rencontre d'une manière très fréquente en théorie des nombres. Il y a donc lieu de l'étudier systématiquement, pour elle-même et pour ses applications. C'est ce qu'a fait avec beaucoup de talent M. Albert Châtelet. Son principe directeur est le développement de la théorie des groupes abéliens en connexion avec celle des modules, ou matrices, ou formes bilinéaires à coefficients entiers. Son livre sera un instrument précieux entre les mains de ceux qui désirent, en vue de recherches, approfondir la théorie des nombres. G. BOULIGAND.

Les ondes radio-électriques, par Michel ADAM, Ingénieur E. S. E. Préface de M. Paul JANET, membre de l'Institut. In-16 de 154 pages. Bibliothèque de « *Radio-électricité* », 63 rue Beaubourg, Paris (III°). — Prix : 5 fr.

Les « sans-filistes » sont innombrables aujourd'hui ; mais combien en est-il parmi eux qui se rendent exactement compte des opérations qu'ils effectuent pour régler leurs appareils et les accorder sur une onde déterminée ? Leur nombre est vraisemblablement assez restreint. Aussi est-ce pour eux que M. Michel Adam a écrit ce petit livre qui donne sur les ondes radio-électriques des notions essentiellement pratiques et à la portée de tous. Il est divisé en 11 chapitres dont l'intérêt va en croissant à mesure que se précise l'application des notions successivement acquises. Ainsi que l'auteur l'indique dans sa conclusion, « l'ère de la radio-électricité n'est pas close : « la télémécanique a bien des progrès à accomplir ; la « télévision est encore au berceau ; la technique de la « transmission de l'énergie à haute fréquence est encore « à créer. »

Aussi, avec son éminent parrain, pensons-nous que ce petit livre de vulgarisation arrive à son heure et rendra service aux amateurs qui sont allés au plus pressé, et nous lui souhaitons tout le succès qu'il mérite.

O. D.

Histoire de la Nation française, des origines préhistoriques jusqu'à nos jours, par Gabriel HANOTAUX. Tomes XIV et XV : *Les sciences en France*, avec préface de M. Emile Picard ; T. XIV : Mathématiques, Mécanique, Astronomie, Physique, Chimie, par MM. ANDOYER, HUMBERT, FABRY et COLSON ; illustré par M. Mestchersky. — T. XV : *Histoire de la Biologie et de la Philosophie*, par MM. CAULLERY et LOTE ; illustré par MM. Sanlaville et Féau. In-4° de 620 pages chacun. Plon-Nourrit, éditeur, Paris. — Prix de chaque vol. : broché, 50 fr. — relié cuir-raciné, 80 fr.

Nous ne saurions émettre la prétention, quelque peu

Digitized by Google

naïve, d'écrire ici un éloge en règle, — d'ailleurs superflu, — de cette « Histoire », œuvre magistrale, majestueuse même, patriotiquement entreprise par M. G. Hanotaux de l'Académie fançaise, et ses distingués collaborateurs. Notre mission est tout autre. Elle se propose modestement d'annoncer aux lecteurs de cette revue l'apparition des deux derniers tomes, le 14e et le 15e d'un ouvrage considérable, édité avec goût, orné avec art, et dédié à la gloire du nom et du peuple français. Nous aspirons aussi à donner, de ces deux volumes, un compte rendu sommaire et tout extrinsèque, mais suffisant pour les signaler à l'attention des personnes éprises d'érudition, ou simplement curieuses des choses de ce pays, qu'un « honnête homme » doit connaître sur le passé et le présent intellectuel de notre vie nationale.

Le tome XIV sera très apprécié par les spécialistes, les professeurs et les connaisseurs au courant des grands problèmes mathématiques et physiques. Ils seront satisfaits et reconnaissants de trouver réunis en une rédaction continue, véritable traité complet, des renseignements d'ordinaire disséminés çà et là dans les Histoires universelles, et ramenés le plus souvent à de succinctes nomenclatures.

Les découvertes célèbres, en science pure, comme en sciences appliquées, sont dues, aussi bien qu'aux initiatives et aux vocations individuelles, à l'imagination et à la suggestion collective d'une ambiance stimulante et inspiratrice. Il y faut donc voir, puisque l'esprit souffle où il veut, l'affirmation expressive et expresse du génie social, comme le constate éloquemment M. Emile Picard, dans sa remarquable préface, modèle de précision et de concision. Les productions grandioses de cette activité investigatrice, inhérente à notre race et à ses aptitudes si déliées, constituent nos idées générales sur le monde et les lois des phénomènes, c'est-à-dire, en somme des idées foncièrement rationnelles, et, pour cela, éternellement vraies. Eh bien! ces résultats imposants de notre influence scientifique, sont, de façon saisissante, mis en lumière par les écrivains qui se sont partagé le labeur délicat de décrire en bref, sans rien omettre d'essentiel, la part, si belle d'invention, assignable à la France intelligente et ingénieuse dans cet admirable élan de la pensée vers la science ordonnatrice et explicative de l'Univers.

Le plan suivi par MM. Henri Andoyer, de l'Académie des Sciences, Pierre Humbert, professeur à l'Université de Montpellier, Charles Fabry, professeur à la Sorbonne, Albert Colson, professeur à l'Ecole Polytechnique, est simple, régulier, uniforme; et ce triple caractère dénote une vigoureuse unité de direction, bien concertée, judicieusement acceptée et scrupuleusement observée. — Et d'abord, pour chaque science, ou catégorie de sciences, un rapide regard rétrospectif sur ses origines, afin de bien marquer le point où l'avait conduite et laissée l'antiquité, et principalement celle des Grecs et des Romains; puis, une esquisse, à larges traits, de l'état de cette science durant le Moyen âge, état le plus souvent d'incertitude et d'attente plus ou moins confuses, avec quelques promesses ou lueurs projetées sur un avenir encore lointain; enfin, étude complète, détaillée de la marche évolutive des diverses parties de la Mathématique, de la Physique, de la Chimie, chez les modernes et les contemporains, jusques et y compris les plus rapprochés de nous; chemin faisant, un rappel équitable des échanges intellectuels entre nos savants et les savants étrangers, dans le but de souligner l'influence réciproque et salutaire qu'ont exercée les uns sur les autres les grands esprits des nationalités les plus différentes. Ainsi sont présentés, dans des chapitres serrés et instructifs, les travaux des hommes illustres de France : — 1° en mathématiques, sur la géométrie du monde sensible, la géométrie analytique, et la récente méta-géométrie; sur la mécanique et les débuts de la statique et de la dynamique, sur les Mathématiques pures et la Physique mathématique, l'analyse en mécanique et en algèbre, sur l'Astronomie des modernes, héritière de la Cosmographie des anciens et la mécanique céleste au XIXe siècle; sur les Mathématiques à l'Académie des sciences, au Journal des Savants, dans l'Université, à l'Observatoire, aux grandes Écoles, etc.; — 2° en Physique : sur les rapports de cette science et de ses principales divisions avec les disciplines du groupe précédent; sur l'importance de la physique cartésienne, qui règne pendant tout le XVIIe siècle, malgré ses erreurs, et peut-être à cause de ses erreurs, de même que la physique newtonienne domine le XVIIIe siècle: sur le rôle des théories nouvelles de la chaleur, de l'électricité, du magnétisme, de la lumière, sur les progrès de la Physique au XIXe siècle et au premier quart du XXe, qui sont également deux périodes d'application des forces de la nature : télégraphie, téléphonie photographie, transport de l'énergie, automobilisme, aviation, transmissions sans fil, utilisation des oudes hertziennes, sans oublier les conceptions plus spéculatives : énergétisme, atomisme, éther, ions, électrons, et les découvertes retentissantes des rayons X et de la radioactivité; — 3° en Chimie : sur le vieil alchimisme et sa signification, sur la fondation de la chimie minérale moderne et ses lois fondamentales, sur l'analyse élémentaire et la portée des hypothèses atomiques, sur les phases de la chimie organique, les synthèses chimiques et leurs méthodes, sur la thermo-chimie et ses résultats, sur les innombrables applications de la Chimie : gaz d'éclairage, médicaments, services rendus à la biologie, aux divers procédés de la métallurgie, à la théorie et à la pratique des corps radio-actifs.

***

Dans le tome XV, même ordonnance méthodique adoptée par M. Maurice Caullery, professeur à la Faculté des sciences de Paris, pour son tableau des sciences biologiques et du développement, en France, de l'anatomie et de la physiologie végétale, puis de l'anatomie et de la physiologie animale ou humaine, pour l'examen de leurs connexions avec la médecine et de leurs emprunts à la Chimie. Dans le même tome figurent aussi les travaux de nos naturalistes en Botanique systématique et en Zoologie biotaxique, ainsi que des considérations assez étendues sur les premiers tâtonnements, puis sur les progrès surprenants de la Géologie. Ces dernières divisions correspondent, on le voit, à ce qu'il a été de mode d'appeler, pendant longtemps, le domaine de l'« histoire naturelle ». Dans ces descriptions variées et multiples des formes et des êtres vivants, depuis les vues, parfois simplistes des anciens, même d'un Aristote, jusqu'aux conceptions hardies d'un nouveau matérialisme, chez Félix Le Dantec, ou les convictions raisonnées d'un spiritualisme orthodoxe, chez J.-H. Fabre, les systèmes les plus passionnants et controversés sont envisagés avec largeur et impartialité. Une bonne place, cela va sans dire, est attribuée à la fameuse polémique sur l'origine des types organisés, et à la comparaison de la doctrine créationniste sur la fixité des espèces avec la théorie transformiste sur leur variabilité et leur perfectibilité. Il est clair que, sur cette question, trop souvent rattachée, et bien indûment, à des préoccupations religieuses, le

Digitized by Google

débat est circonscrit entre les fidèles de la théorie classique et les adeptes de l'hypothèse anti-traditionnelle, au XVIIIe siècle, et, plus près de nous, entre les adversaires et les néo-partisans d'un évolutionnisme élargi ou rectifié.

Dans les études de M. Caullery sur la Biologie française, relevons ce qu'il écrit sur l'influence, opposée pendant tout le moyen âge, d'Hippocrate et de Galien, les débuts de la chirurgie en France, et les stades successifs de la morphologie générale, les recherches sur les générations spontanées et la parthénogénèse, l'explication chimico-physiologique des phénomènes de la respiration, de la chaleur animale, les conclusions méta-physiologiques du vitalisme avec l'école de Montpellier, de l'organicisme avec l'école de Paris, de l'animisme avec les écoles métaphysico-psychologiques; enfin, au XIXe siècle, les enseignements spéciaux et tout nouveaux de la doctrine microbienne des germes, de la bactériologie et de l'anaphylaxie, découvertes dont les conséquences, à tous égards, sont incalculables.

Après la biologie, la philosophie. Dans ce même volume, à l'histoire des sciences naturelles, fait suite celle des sciences, ou, plus exactement, des critiques noologiques. Et cet ordre rentre dans le cadre des classifications usuelles des connaissances humaines, qui placent l'étude des êtres organisés et des faits de la vie somatique, avant l'étude des êtres pensants et des phénomènes de la vie morale. M. René Lote, professeur à l'Université de Grenoble, s'est facilement acquitté de cette tâche difficile. Il semble surtout s'être appliqué à exposer l'œuvre des grands philosophes français dans son interdépendance et sa solidarité avec le mouvement scientifique proprement dit. Cette compénétration des diverses parties du savoir universel remonte d'ailleurs aux temps les plus reculés. « Nul n'entre ici s'il n'est géomètre », telle était déjà l'enseigne posée par Platon à la porte de son école académique; et plus tard, pour indiquer la parenté entre les divers groupes des grandes formations intellectuelles, on dira : « Philosophiæ germana Mathesis »; — « philosophiæ soror scientia » : philosophie, mathémathiques et physique sont sœurs. — Ce serait pourtant une erreur de croire que M. Lote néglige l'ensemble des constructions philosophiques élaborées par la réflexion française sur le terrain de la métaphysique et de l'ontologie, de l'esthétique et de la morale, de la méthodologie et de la critériologie, de l'économique et de la politique. Dans son précis historique, au contraire, il réussit à dire beaucoup, si ce n'est tout, dans les quelque 300 pages qu'il rédige sur l'idéalisme et le sensationnisme, sur le rationnalisme et le scepticisme, dès leur origine hellénique, sur la scolastique et ses deux phases platonicienne et aristotélique, sur l'humanisme de la Renaissance, sur le Cartésianisme et son dualisme de la *res extensa* et de l'*ens cogitans*, sur les Cartésiens stricts, les Cartésiens indépendants, les Cartésiens immodérés, les Cartésiens dissidents; puis sur le sensualisme plus ou moins matérialiste et le philosophisme libre-penseur du XVIIIe siècle, sur l'éclectisme cousinien et le positivisme scientiste, avec sa loi des trois états, sur le néo-criticisme si pénétrant, et notre spiritualisme du XIXe siècle si délicatement nuancé chez ses nombreux représentants, sur la logistique, cette subtile algèbre de la pensée et des raisonnements discursifs, sur le pragmatisme intuitioniste, si fin et si original. Dans cette revue des doctrines défilent sous nos yeux les solutions proposées aux graves discussions de l'heure présente par une vaillante légion de chercheurs laborieux, tels que les psychologues de l'introspection, de l'association, de l'expérimentation, parmi lesquels plusieurs jeunes auteurs mentionnés à juste titre; car, malgré leur valeur déjà affirmée, ils sont trop souvent ignorés ou mal connus même d'une élite instruite et cultivée, mais peu familiarisée avec les difficultés ardues de la haute spéculation dans l'ordre des questions philosophiques.

Remarque générale comme conclusion : nous jugeons inopportun et trop long de rappeler ou de citer les noms de nos personnalités savantes dont la participation, ou éclatante ou discrète, toujours efficace, a contribué, durant le cours des siècles, à l'avancement de la raison dans la connaissance supérieure, et, en même temps, au rayonnement de la civilisation et de l'esprit français. Toutes les précisions nécessaires sur ce point, et bien d'autres encore, sont renfermées dans les deux volumes compacts dont nous venons de donner une analyse, non le résumé; de faire non une réduction, mais la présentation.

LOUSTAU-CHARTEZ.

Le Freudisme, par le Dr LAUMONIER, professeur à l'École de psychologie. In-16 de 176 pages (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*); Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 fr.

Freudisme, — ou système de Freud, — comme on dit platonisme, cartésianisme. Cette doctrine remonte à près de 20 ans. Quelques récents ouvrages de son auteur viennent de lui redonner une heure de retentissement. Doctrine ingénieusement, parfois même ingénument, paradoxale, dont le Dr Laumonier fait l'examen avec compétence et impartialité.

Donc, le Dr Freud, médecin Viennois, propose, comme définitive, une explication expérimentale de la correspondance entre le caractère personnel et le tempérament individuel. Il enseigne : — *a*) en thèse générale d'ordre psycho-somatique, que dans les rapports des organes et de la pensée, celle-ci est insciemment dominée par ceux-là; — *b*) en thèse spéciale de psycho-sexualité, que le mental est subjugué par la *libido* sensuelle; — *c*) que la psychiâtrie des névroses érogènes, dans leurs diverses formes pathologiques, relève uniquement de la psychanalyse, applicable d'ailleurs à la vie normale des individus comme des collectivités.

Cette série de thèses, au fur et à mesure qu'elle se déroule, s'appuie sur des considérations tirées de l'inconscient, du subconscient et du préconscient, de leur rôle dans la hantise luxurieuse, dans l'opposition de l'appétit charnel et du *moi*, dans l'homœo-sexualité et l'homœo-érotisme, l'hétéro-sexualité et l'hétéro-érotisme, l'auto-érotisme et le narcissisme, le psychisme de l'affekt, etc.

Tenons-nous en à ces indications sommaires. Pour entrer dans les particularités du système, il faudrait recourir à des descriptions et à une terminologie peu à leur place dans une notice bibliographique. Du reste, M. Laumonier a écrit *son livre pour les personnes qui, par métier ou par goût, s'intéressent à ces questions psychologiques.*

Sans insister sur les conséquences morales du freudisme, nous accepterons avec réserve le jugement d'un de ses derniers critiques : « Il y a là du bon et du nouveau; mais ce qui est nouveau n'est pas bon, et ce qui est bon n'est pas nouveau. » A notre avis, la théorie freudienne est à la fois vraie et fausse. Expliquons-nous. S'il s'agit de constater que le sexe a une action indiscutable, parce qu'elle est continue, sur les désirs et les passions, sur l'émotivité et la conduite morales des personnes, — et même une influence, aussi déterminante que désordonnée, dans certains cas de mentalité mor-

Digitized by Google

ou déséquilibrée, rien de plus acceptable que la pansensualité ainsi comprise. Mais alors nous nous trouvons en présence d'un des nombreux aspects du problème relatif au conditionnement du mental par le physique. Veut-on soutenir que sans cesse et toujours, en règle universelle, et sans exception, le moral, rivé en quelque sorte à l'organisme, est tyranniquement asservi par la concupiscence? Ce pansexualisme est outré et par conséquent inadmissible dans ses affirmations absolues dont M. Laumonier fait aisément justice, au cours de son quatrième chapitre.

Au surplus, la conception freudienne est-elle aussi neuve qu'on le croit? Dès l'antiquité, une école de médecins n'avait-elle pas professé une opinion presqu'identique, lorsqu'elle résumait ses conclusions sur la physio-psychologie féminine, dans la fameuse formule, — qui n'était peut-être qu'une boutade; — « Mulier, tota in utero » ? LOUSTAU-CHARTEZ.

Monisme vitaliste, par le Dr M. CASSAIGNEAU. In-12 de 350 pages. Guitard, éditeur, Paris et Toulouse. — Prix : 16 fr.

Composé avec ordre et savoir, écrit d'une plume alerte et spirituelle, dans un style familier et agréablement caustique, ce livre aborde les problèmes les plus élevés de la philosophie scientifique. Et pourtant l'auteur se défend contre la métaphysique, qu'il ne dédaigne pas; mais dont il prétend pouvoir se passer; car ses généralisations s'appuient exclusivement sur l'étude des faits. Malgré cette déclaration, il ne faut pas s'attendre à trouver ici des essais d'expériences, ni des résultats vérifiables par des expériences. Les données d'abord, les conclusions ensuite sont demandées à une construction purement spéculative, bâtie sur l'examen préalable des grands concepts de la Cosmologie hyperphysique. Ce système est donc l'œuvre du seul raisonnement expérimental, en dehors de tout *a priori*.

Dès le début, dans sa préface, le Dr Cassaigneau annonce qu'il se sépare résolument des doctrines aujourd'hui en faveur, et adoptées comme décisives, sur la constitution de l'univers et l'explication des phénomènes, doctrines pour lesquelles il proclame sa médiocre estime. Son idée maîtresse est celle-ci : l'éther ne doit pas être envisagé comme une hypothèse excellente, ou meilleure que toute autre, inventée pour rendre intelligible la transmission de certains mouvements, les ondes lumineuses, par exemple. Il ne faut pas se contenter de dire : les choses se passent comme s'il y avait un milieu pour charrier le mouvement. Ce véhicule n'est pas fictif; il existe. L'éther est un inter-espace naturel et universel, partout présent et partout caché, où sont baignés les mondes, intermédiaire impondérable, tellement subtil et délié qu'on peut le considérer comme immatériel, cinétique comme la force, ou plutôt, il est la seule force, la source unique de l'énergie. Loin d'être une simple commodité scientifique, l'éther est la pure réalité cosmique, car ses condensations, plus ou moins concentrées, produisent la matière et les agrégats moléculaires, dont l'électricité est la propriété la plus générale et la plus répandue.

Autour de cette thèse cardinale, comme pivot, le Dr Cassaigneau en fait graviter d'autres qui, de son propre aveu, vont scandaliser la science contemporaine. Il s'en console à l'avance en protestant avec bonne humeur contre le dogmatisme autoritaire et tranchant de ses représentants.

Ainsi, pour lui, le monde extérieur n'est que le fournisseur automatique des excitations de l'éther ambiant, reçues par l'ensemble de l'appareil nerveux, qui s'en fait le conducteur original par sa réaction *endopotentielle*. Ces signaux avertisseurs, issus des vibrations dues à la synergie des centres, vont être, à leur tour, interprétés et traduits en sensations et en perceptions; puis, celles-ci, élaborées et systématisées en aperceptions et appétitions, par la pensée, grâce à sa libre activité psychique. Telle est l'interdépendance de la matière inorganique et de la matière organisée, ainsi expliquée par l'éther, ses atomes *inscrits*, son énergétique tant physique que biologique. Tel est, décrit conformément au sous-titre de l'ouvrage, le *mécanisme*, ou plus exactement peut-être, le dynamisme de la fonction nerveuse.

Arrêtons ici notre analyse. Nous ne saurions nous engager plus avant dans les arcanes assez compliqués de cette théorie et de ses nouveautés inattendues. Une dernière remarque cependant.

Selon les convictions de l'auteur, nettement affirmées à chaque pas, et en particulier dans les chapitres sur le domaine conscient, sur le domaine intellectuel, sur le domaine esthétique, son monisme vitaliste est essentiellement un spiritualisme religieux, dans lequel l'âme, principe hyperorganique, garde une irréductible et immortelle autonomie. LOUSTAU-CHARTEZ.

Mécanique de l'Aviation, par le colonel ALAYRAC, professeur à l'École Supérieure d'Aéronautique. In-8 raisin (25 × 16) de 350 pages avec 109 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 35 fr.

Cet ouvrage, qui s'attache à combattre l'empirisme et les raisonnements inexacts, s'inspire des cours de M. Painlevé, du colonel Doraud, de M. Allard, des recherches de M. Maurice Roy sur les surfaces portantes et des auteurs allemands : Prandtl, Munk et Betz, ainsi que nous le fait connaître le colonel Alayrac, dans un avant-propos.

Les Élèves-Ingénieurs de l'Aéronautique y trouveront un exposé méthodique des questions qui leur permettront de résoudre les différents problèmes du vol et de la construction des avions, mais y rechercheraient vainement des formules toutes faites.

S'appuyant sur l'analyse mathématique et la mécanique rationnelle, l'auteur discute les résultats d'ores et déjà acquis et développe plusieurs méthodes nouvelles, par exemple pour l'étude du vol horizontal, la détermination du plafond, le diagramme du vol ascendant, le vol sans moteur, la stabilité, etc... Ed. M.

Les submersibles, par A. RABEAU, Ingénieur du génie maritime et A. LAURENS, capitaine de frégate. Préface de l'amiral LACAZE. (Collection Armand Colin. In-16 de 214 pages avec 44 figures. — Prix : 6 fr.

Le problème technique, si complexe, de la navigation sous-marine, se trouve clairement traité en quatre chapitres. Définition du navire submersible; Propulsion, Submersibles autonomes; La vie de l'équipage, Habitabilité et sécurité; Construction des submersibles. L'utilisation de cette arme est exposée en deux autres chapitres : l'un, concernant la tactique; l'autre, les opérations. L'ouvrage se termine par un exposé de la question sous-marine qui fait comprendre pourquoi les submersibles sont indispensables à la protection du commerce en cas de guerre.

Nous recommandons vivement ce livre à toutes les personnes qui s'intéressent à la Défense Nationale.

Ed. M.

Les moteurs à gaz et les gazogènes, par HERM. HAEDER, Ingénieur civil. 4e édition augmentée et traduite

Digitized by Google

par M. Varinois, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Deuxième partie, in-8° de 304 pages avec 129 figures. — Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 40 fr.

On retrouve, dans la seconde partie de cet ouvrage très apprécié en Allemagne, les qualités que nous avons signalées au moment où a paru la 4e édition de la première partie. C'est un livre pratique qui s'adresse surtout aux constructeurs; des figures claires, de nombreux tableaux fournissent des renseignements précis sur les points suivants : Distribution, Soupapes, Robinetterie, Allumage, Dispositifs de mise en marche, Régulateurs, Culasse du cylindre, Diagramme, Grands moteurs à gaz, Installations de gazogènes, Notions de thermo-chimie. On pourrait certainement critiquer le groupement de ces chapitres mais un index alphabétique facilite les recherches. Ed. M.

Installations téléphoniques, par J. Schils, Directeur honoraire des P. T. T. et C. Cornet, Ingénieur en chef des Télégraphes. 381 pages 21 × 14 avec 241 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 50 fr.

Cet ouvrage atteint parfaitement son but qui est de guider le personnel des P. T. T. et particulièrement les apprentis-mécaniciens dans le montage et l'entretien des postes téléphoniques.

La 5e édition comprend de nouveaux développements sur les installations à batterie centrale, sur les dispositifs de protection, les entrées de poste et les répartiteurs. Un nouveau chapitre est consacré à l'étude des procédés qui permettent d'améliorer la propagation des courants et le rendement des lignes téléphoniques. Les principes généraux de la téléphonie automatique sont exposés dans la dernière partie de l'ouvrage. Ed. M.

Manuel juridique des Travaux Publics, par J. Mauzis, Docteur en Droit et Pierre Cot, Agrégé des facultés de Droit. In-8° de 438 pages. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Ce n'est pas un livre de droit mais un ouvrage pratique pour les techniciens, ingénieurs, architectes, entrepreneurs; il peut être consulté avec profit par toutes les personnes qui s'occupent de travaux publics; des titres très lisibles, se détachant bien du texte et une table alphabétique, facilitent les recherches.

Le livre est écrit dans une forme aussi claire et aussi simple que possible; les auteurs, renonçant aux discussions théoriques, se sont bornés à donner un résumé fidèle de la jurisprudence la plus récente.

Après une courte introduction où l'on trouve la définition des travaux publics et des généralités sur la juridiction administrative, se développe longuement, article par article, le commentaire du cahier des charges générales des travaux dépendant de l'Administration des Ponts et Chaussées. Cette première partie de l'ouvrage, qui comprend 225 pages, est fort remarquable.

La seconde partie donne de précieux renseignements sur les droits et les devoirs des architectes, sur les règles spéciales à l'Alsace-Lorraine, les allocations familiales; elle est complétée par quelques règlements, circulaires et arrêtés, particulièrement importants, avec l'indication des modifications les plus récentes; nous regrettons seulement que quelques simplifications apportées au règlement du 28 septembre 1849 sur la comptabilité des travaux publics n'aient pas été signalées, ces simplifications intéressent, d'ailleurs, davantage les agents de l'Administration que les entrepreneurs. Ed. M.

Traité de la fraude dans les ventes des marchandises, par J.-A. Roux. In-8° de 924 pages. Librairie du Recueil Sirey, Paris. — Prix : 30 francs.

Cet important traité examine et explique d'une façon claire et précise les divers compartiments de la législation sur les fraudes.

M. Roux examine tour à tour le délit de tromperie dans la vente des marchandises, les infractions, satellites du délit de tromperie, le délit de falsification et les infractions satellites, le délit de vente de produits corrompus ou toxiques. Les différentes mesures pénales. Recherche et constatation de la fraude. De l'expertise contradictoire.

Guide précieux pour toutes les personnes qui ont à connaître des questions de fraude. L. R.

L'Enseignement supérieur, par Henri Maillart. In-8° de 290 pages. Éditions de « La bonne Idée », 152, rue de Vaugirard, Paris. — Prix : 10 fr.

Le rôle que l'Enseignement supérieur est appelé à jouer dans la reconstitution de notre pays est trop important pour que ce livre puisse passer inaperçu. Ainsi que l'auteur a pris soin de l'indiquer lui-même, il constitue une véritable enquête sur la situation actuelle aussi bien de notre Enseignement supérieur scientifique que de notre Enseignement supérieur technique. Et cette enquête a été poussée très à fond, « jusqu'à la franchise « brutale », dit M. Maillart. Nous n'y avons cependant pas rencontré de brutalité, mais de nombreuses critiques, souvent d'ailleurs fort justes.

Dans une première partie, s'inspirant « d'un jugement que les Allemands portent sur nous », et qu'il a rencontré dans la fameuse « *Gazette des Ardennes* », l'auteur examine non seulement les trois ordres de notre enseignement, mais aussi les différents milieux sociaux. Dans une seconde, « la *Gazette des Ardennes* et le Prix Nobel », il recherche si le journal a raison quand il se glorifie du grand nombre d'Allemands ayant reçu le célèbre prix, en notant que peu nombreux sont les savants Français qui le reçoivent; — il détaille les conditions de la recherche scientifique en France et les causes de sa faiblesse, parmi lesquelles le manque de crédits et d'outillage, l'insuffisance des traitements qui conduit au cumul des situations, etc., etc.

Une troisième partie, consacrée au recrutement des cadres, expose les errements actuellement suivis pour les nominations aux différents emplois; elle en fait ressortir les inconvénients et envisage de multiples réformes.

L'auteur traite encore la question des nominations, c'est-à-dire des choix à faire entre les divers candidats, ainsi que de l'autorité à qui incombe, ou doit incomber, la décision; — celle si importante des traitements, avec références aux documents parlementaires et barèmes; — celle de l'installation matérielle des services scientifiques, de leur organisation et de leur répartition entre les divers établissements d'enseignement; — enfin celle des programmes, pour lesquels il ne s'occupe que des sciences mathématiques, physiques et naturelles proprement dites, en laissant cette fois de côté les études de médecine et de pharmacie.

La conclusion est brève et tient en une page : l'auteur se défend de demander à nos professeurs d'épouser les principes des universitaires allemands, mais il souhaite qu'ils aient la conviction qu'ils font mieux qu'exercer un métier, et qu'ils soient des animateurs. On ne peut que s'associer pleinement à cette conclusion.

La plume de M. Henri Maillard est souvent sévère, mais cette sévérité, inspirée par un ardent désir d'être utile,

Digitized by Google

ne va pas jusqu'à l'injustice. Certaines idées émises semblent parfois discutables, mais il est incontestable que ce livre contient beaucoup d'idées. Il sera lu avec intérêt et profit non seulement par les universitaires, mais aussi par les nombreuses personnes que préoccupent cette question de l'Enseignement supérieur, si importante pour l'avenir de notre pays. Nous croyons devoir aussi en recommander spécialement la lecture et la méditation aux parlementaires, pour nombre desquels il sera probablement une révélation : puisse l'auteur n'avoir point prêché dans le désert ! O. D.

L'école rurale et la profession agricole, par M. T. Lauris. In-16 de 236 pages. Bibliothèque d'éducation, 15, rue de Cluny, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

La crise agraire, l'exode rural, la crise de l'école rurale, la dépopulation scolaire, ce premier chapitre — comme les suivants — fourmille de judicieuses observations. L'auteur, un instituteur, a su voir et a voulu voir. Son travail mérite de servir beaucoup dans la préparation de programmes d'enseignement primaire rural, si toutefois on est décidé à chercher à améliorer cet enseignement qui laisse dans l'esprit des enfants ce chaos dont parlait récemment M. Victor Borel à la Société d'encouragement à l'Agriculture, ce chaos que nous avons tous hélas ! l'occasion de constater chez les paysans qui sont sortis de l'école primaire.

De remarquables observations très détaillées de ruraux tels qu'ils sont, d'ailleurs non exemptes de longueurs par endroits, mais qu'il faut savoir gré à l'auteur d'avoir fixées par la publication.

Les sociologues, ceux qui s'intéressent à l'enseignement, ceux — et n'est-ce pas un peu tout le monde — qui s'intéressent à la vie rurale de leur pays, aux générations qui viennent, liront ce petit livre avec soin. Et s'ils n'y trouvent pas toujours la sérénité et la hauteur de vue qui sont l'apanage de la rare impartialité, s'il manque l'expérience de certains compartiments des méthodes d'éducation, ce n'est pas une raison pour qu'un lecteur ne lui reconnaisse pas ses incontestables mérites.

L. R.

Les colloïdes, par J. Duclaux, Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur. *Troisième édition*. In-8° de 290 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

L'éloge de cet ouvrage n'est plus à faire, car il est trop avantageusement connu de tous ceux qui s'intéressent aux colloïdes. Cette nouvelle édition mérite cependant d'être signalée d'une manière particulière car elle diffère en de nombreux points de la précédente. Bien qu'elle ne paraisse que cinq ans après la première, l'auteur a été obligé de la remanier complètement afin de pouvoir introduire les faits nouveaux sans surcharger l'ensemble et sans augmenter inconsidérément le nombre de pages.

La disposition des chapitres a été modifiée et plusieurs d'entre eux ont été rédigés à nouveau. Certains passages qui se rapportaient surtout à l'évolution des doctrines ont été supprimés et partout le mode d'exposition a été simplifié pour ne laisser que les notions indispensables. En règle générale, l'auteur a supprimé tout ce qui ne pouvait être utile qu'aux seuls techniciens ; de plus il s'est borné à mentionner les théories de valeur contestable afin de ne pas les présenter sur le même plan que les faits les mieux établis, les seuls qui importent aux lecteurs d'un livre écrit, non pour être un recueil de documents à l'usage des spécialistes, mais bien une sorte d'Introduction à l'étude des colloïdes. Nous pouvons ajouter que les lecteurs de la *Revue Scientifique* n'en sauraient trouver de meilleure ; le plus grand nombre d'entre eux pourront largement se contenter des notions qu'elle renferme, les autres y puiseront des connaissances assez étendues pour aborder avec fruit la lecture des mémoires originaux et des Traités ou Revues techniques. A. B.

The plant alkaloïds, par Th. A. Henry, Docteur ès-sciences, Directeur des Laboratoires de Recherches Wellcome. *Deuxième édition*. In-8° relié de 456 pages avec 8 planches. J. et A. Churchill, éditeurs, 7, Great Marlborough Street, London W. 1. — Prix : 28 sh.

Tous ceux qui s'intéressent aux alcaloïdes ne sauraient se passer de cet ouvrage dont les améliorations apportées à sa seconde édition augmentent encore la valeur scientifique. Parfaitement au courant des découvertes les plus récentes, fort riche en indications bibliographiques, très clairement rédigé, avec beaucoup d'esprit pratique, il rendra de grands services aussi bien dans les laboratoires de recherches que dans ceux d'enseignement.

Afin de pouvoir, sans trop augmenter le nombre de pages, y exposer les résultats des travaux publiés pendant les dix années qui se sont écoulées depuis la première édition, l'auteur a donné moins d'importance à la partie analytique pour accorder le maximum de développements à tous les faits concernant les relations qui existent entre la constitution chimique et l'action pharmacodynamique des alcaloïdes, sujet du plus grand intérêt, où il reste encore bien des points à élucider malgré tous les résultats qu'ont déjà donnés les recherches dont il a été l'objet.

L'éminent spécialiste à qui nous devons cette précieuse monographie s'est borné avec raison à la description détaillée des alcaloïdes dont les propriétés chimiques et pharmacologiques ont été bien étudiées, mais, à l'intention des chercheurs, il a pris soin de résumer dans un appendice de quelques pages tout ce qu'on sait de nombreux alcaloïdes peu connus ou peu importants. Quand on parcourt cet ouvrage, ainsi que celui de Guggenheim sur les amines biogènes, on se demande comment il se peut que dans de récents ouvrages de chimie toxicologique il y ait, relativement aux alcaloïdes et aux ptomaïnes, des lacunes telles qu'on croirait qu'aucun progrès n'a été fait depuis vingt ans dans l'étude de ces substances. Il n'est donc pas inutile de recommander à certains toxicologistes la lecture du livre de Th. A. Henry, si parfaitement au courant des progrès de la science.

A. Berthelot.

Qualitative Analyse und ihre wissenschaftliche Begründung, par Wilhelm Böttger, Professeur de chimie analytique à l'Université de Leipzig. *Nouvelle édition*. In-8° de 644 pages avec 32 figures et une planche en couleurs. Wilhelm Engelmann, Leipzig. — Prix : 22 marks-or.

Cette nouvelle édition de l'important Traité de Böttger sera certainement accueillie très favorablement par les chimistes en raison du soin avec lequel l'auteur y a exposé les notions de chimie générale et les idées récentes sur la constitution de la matière, notions et théories sur lesquelles sont fondés les principes de la chimie analytique moderne.

Ces généralités ne comportent pas moins de 170 pages sur lesquelles 23 sont consacrées à la théorie de Werner

Digitized by Google

(complexes) et 15 à la théorie de Kossel (rapports entre la structure de l'atome et la constitution et les propriétés des molécules).

Une quarantaine de pages sont réservées à la description du matériel nécessaire et à l'étude des méthodes générales des recherches. Les réactions particulières des acides, des bases et des sels occupent ensuite un important chapitre de 200 pages. Tout le reste de l'ouvrage traite de la marche générale et de l'enchaînement des opérations analytiques; l'auteur a eu l'heureuse idée d'y préciser les conditions dans lesquelles se produisent certains phénomènes capables de troubler ou d'empêcher les réactions les plus caractéristiques et ce qu'il faut faire pour diminuer ou éviter les causes d'erreurs.

Une brochure séparée de 34 pages renferme des tableaux d'analyse pour les corps les plus communs.

Cet ouvrage mérite vraiment d'être connu de tous ceux qui enseignent ou appliquent les méthodes de l'analyse qualitative, et nous sommes persuadé, qu'au double point de vue théorique et pratique, ils pourront dans bien des cas le consulter avec profit. A. B.

L'organisation du Travail dans les grands ateliers de locomotives de la Compagnie d'Orléans, par Marcel Bloch, Ingénieur en Chef des Services du Matériel et des Ateliers. In-4° de 88 pages avec 11 figures. (*Extrait de la Revue générale des Chemins de fer*, avril, mai et juin 1925). Dunod, éditeur, Paris.

L'organisation du travail est toujours à l'ordre du jour. M. Marcel Bloch néglige volontairement le côté général du problème pour exposer seulement — mais d'une manière très précise et très claire — les mesures prises par la Compagnie d'Orléans dans ses grands ateliers de Tours et de Périgueux. L'organisation, ébauchée avant la guerre, a été reprise en 1919; elle a donné déjà des résultats indiscutables dont la publication intéressera tous les industriels.

Les fonctions des différents services, les primes au rendement, une analyse détaillée de la Comptabilité, forment une documentation tout à fait précieuse.

Ed. M.

Les grandes industries modernes, Tome III, Les Industries textiles, par Paul de Rousiers. In-18 de 262 pages. Armand Colin, éditeur, Paris. — Prix : 9 fr.

Dans ce livre, M. Paul de Rousiers s'attache à donner le tableau des industries textiles dans le Monde.

La variété dans les matières premières et dans la succession des opérations que subit chacune d'elles, donne lieu à des comparaisons intéressantes; la concentration industrielle va en croissant, de la soie au chanvre, au lin, à la laine et au coton et s'affirme davantage dans le filage que dans le tissage.

Le développement du travail mécanique est, en effet, une des causes les plus actives de la concentration industrielle. Cette loi générale se trouve vérifiée dans le filage du coton et le peignage de la laine qui s'élaborent automatiquement.

L'auteur profite de la perfection de cet outillage pour étudier les répercussions sociales de la concentration industrielle, il montre que si l'ouvrier pouvait se plaindre d'être amoindri par la spécialisation manuelle dans la manufacture, sa situation dans l'usine mécanique est beaucoup plus avantageuse finalement.

Les marchés des différents produits finis sont ensuite passés en revue à l'aide d'une documentation très précise. Le tout étant exposé avec une parfaite clarté.

Ed. M.

La vérité sur la protection douanière agricole, par Louis Machefel. In-8° de 80 pages. Librairie agricole, 26, rue Jacob. — Prix 3 francs.

On trompe l'opinion publique, dit M. Henry Chéron, dans la Préface, en lui affirmant que l'agriculture bénéficie de lois et de décrets qui la protègent abusivement contre la concurrence étrangère.

Dans son étude sagace aussi complète que possible, M. Machefel prouve que l'agriculture est la moins protégée de nos industries. Il passe en revue la question au point de vue historique, puis les divers régimes douaniers; il examine d'une façon spéciale les grandes catégories de produits de l'agriculture. Dans ses conclusions, il demande une production réelle qui puisse favoriser l'essor de l'agriculture et transformer en réalité la légende qui accable actuellement l'agriculteur, seul moyen d'enrayer la dépopulation, l'abandon de la terre.

L. R.

Lapins, lapereaux et Cie, par Ad.-J. Charon. In-16 de 287 pages, avec 78 figures. Librairie Agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 9 francs.

Un livre extrêmement pratique, pétri de bon sens, qui donne tout ce qu'il faut comme renseignements pour réussir un élevage lucratif de lapins, sans cette allure doctorale ou professorale, qui est quelquefois la tare des ouvrages de ce genre. En un mot livre qui plaît, que l'on consulte avec d'autant plus de plaisir qu'on y trouve sans peine tous les renseignements souhaitables.

L. R.

Les méthodes modernes en aviculture, par P. Diffloth. In-8° de 500 pages avec 216 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix 20 francs.

Traité d'aviculture, ce gros volume d'un spécialiste bien connu de la littérature zootechnique, contient tout ce qui peut être utile ou simplement intéresser l'éleveur de volailles. Incubation, élevage des poussins, installation du poulailler, alimentation, production des œufs, engraissement, races de poules.

Cet ouvrage ne s'occupe que des poules, il est nécessaire de le spécifier, l'aviculture comportant bien d'autres élevages tels que ceux des canards, dindes, oies, faisans, pintades, etc., sur lesquels une prochaine édition s'étendra, il faut le souhaiter. L. R.

Aviculture, les races de volailles, par Ch. Voitellier. In-16 de 288 pages avec 176 figures. (*Encyclopédie agricole*) Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr.

Ce volume publié par un spécialiste, professeur à l'Institut national agronomique, est le développement d'un chapitre du traité d'aviculture du même auteur.

Abondamment illustré, point capital pour un ouvrage de description et de classification de races, il donne sur chacune les plus précieux renseignements que l'éleveur peut désirer connaître. Les poules, les pintades, les dindons, les canards, les oies et les pigeons sont l'objet d'articles condensés, précis à souhait, c'est dire que cet ouvrage ne sera de trop chez aucun agriculteur.

L. R.

Le Gérant : A. Dessoës.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 19 — 63e ANNÉE — 10 OCTOBRE 1925

LE MÉCANISME HUMORAL DES ACTIONS NERVEUSES

§ 1. — Les fonctions des nerfs du cœur. — Le cœur des Vertébrés possède une certaine autonomie : séparé de l'organisme, il continue à battre spontanément pendant des heures ou même des jours, à condition qu'une circulation artificielle lui fournisse un liquide dont la composition saline soit voisine de celle du sang.

Chez les Poïkilothermes, l'un des liquides de « perfusion » les plus employés est le liquide de Ringer. Il est composé de chlorure sodique (pour lui assurer l'isotonie) ; de chlorure calcique, nécessaire à la contraction du muscle cardiaque ; de chlorure potassique, indispensable à son relâchement, et de bicarbonate de soude jouant le rôle de « sel-tampon », pour maintenir une concentration en ions d'hydrogène (ou acidité actuelle) convenable. Le cœur isolé des Homœothermes, dont la consommation énergétique est plus forte, exige en outre la présence de glucose à une concentration voisine de celle du sang (1 0/00, liquide de Locke).

Ces expériences démontrent que, pour fonctionner d'une façon relativement normale, le cœur peut se passer de l'intervention du système nerveux central. Il diffère en cela des muscles volontaires dont les contractions ne surviennent qu'après qu'ils ont été atteints par une excitation qui leur arrive des centres nerveux par la voie de leur nerf moteur. Il n'en reste pas moins que le système nerveux central joue un rôle de premier plan dans la régulation du fonctionnement cardiaque. S'il est exact que, grâce à son automatisme, le cœur isolé se contracte spontanément, il n'en est pas moins vrai que l'excitation de ses nerfs extrinsèques ralentit ou accélère ses battements.

Le nerf pneumogastrique (dont l'aire de distribution aux organes thoraco-abdominaux est si vaste et si compliquée) est un nerf inhibiteur du cœur : l'excitation électrique de son bout périphérique ralentit ou arrête le fonctionnement de l'organe central de la circulation. Le système nerveux grand sympathique fournit au contraire au cœur des filets accélérateurs dont la faradisation précipite les pulsations. Chez le chien, la façon la plus commode de s'en assurer consiste à charger sur des excitateurs électriques la branche antérieure de l'anneau de Vieussens (sorte d'anse nerveuse qui enserre l'artère sous clavière gauche) et à l'exciter par des chocs d'induction nombreux et rapprochés. Mais les nerfs du cœur n'agissent pas sur la seule *fréquence* des contractions. D'autres encore, parmi les propriétés du cœur, sont affectées par leur excitation : Engelmann qualifiait de *chronotrope*, l'action sur le rythme, rappelée ci-dessus. Elle peut être positive (accélération sympathique) ou négative (ralentissement pneumogastrique). Il attribuait en outre au nerf pneumogastrique une action *inotrope* négative (diminution de l'énergie des contractions), une action *dromotrope* négative (ralentissement de l'onde de contraction qui parcourt les divers étages du cœur, et accentuation de la précession normale des contractions des oreillettes sur celles des ventricules) et une fonction *bathmotrope* (négative) qui se traduisait par une diminution de l'excitabilité du muscle cardiaque. Le sympathique

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

jouit de fonctions antagonistes de celles-là : ses actions sont chronotrope, inotrope et dromotrope *positives* : il accélère le cœur, renforce ses contractions et précipite la marche de l'onde de contraction intracardiaque. Il ne semble pas que son action bathmotrope ait pu, par les anciennes méthodes de mesure, être exactement déterminée. Toutes ces notions sont depuis longtemps classiques.

Mais il ne suffisait pas de reconnaître l'existence de ces fonctions et d'affirmer par des expériences que le nerf pneumogastrique est inhibiteur et le sympathique accélérateur. C'est une préoccupation constante chez ceux qui s'adonnent aux sciences d'observation de tâcher de pénétrer la nature intime des phénomènes qu'ils décrivent et de reculer les limites de l'inconnaissable.

§ 2. — La coordination humorale des fonctions physiologiques. — Après que Bayliss et Starling, en 1902, eurent montré que la sécrétion pancréatique se déclenche chaque fois que l'intestin supérieur déverse dans le sang des veines duodénales, un principe chimique appelé *sécrétine*, principe libéré lui-même par l'arrivée de l'acide chlorhydrique de l'estomac, l'attention se porta sur la régulation humorale des fonctions organiques.

La sécrétine, véhiculée par le sang, agit chimiquement sur le pancréas.

Le système nerveux venait de perdre le monopole dont jusqu'alors on l'avait investi. D'autres agents que l'excitation nerveuse devenaient capables d'établir, entre des organes éloignés les uns des autres, des corrélations fonctionnelles. La notion de sécrétion interne individualisée par Claude Bernard dans son immortelle étude de la glycogénie du foie, s'élargissait et atteignait le chapitre des « fonctions » après être restée longtemps cantonnée dans celui de la composition chimique des humeurs. On appelle plus spécialement hormones (de ὁρμάω, j'excite) ces substances, de composition le plus souvent inconnue, dont le rôle est de porter dans des régions lointaines les ordres d'excitation nés en un point donné : ce sont véritablement, comme disent les Anglais, des « Messagers chimiques » (*Chemical Messengers*). Certes, au cours des années qui suivirent la découverte capitale de Bayliss et Starling, a-t-on beaucoup abusé du terme *hormone*. Chaque fois qu'une notion nouvelle fait son apparition, qui peut amener une modification importante dans notre interprétation des faits, il se rencontre une pléiade de gens pressés, chez lesquels l'esprit critique le cède à l'enthousiasme : Ils s'emparent de l'idée neuve, la triturent, la malaxent et l'assouplissent en l'appliquant à tort et à travers à tous les phénomènes connus. Il se passa pour les hormones ce qui devait s'observer plus tard à propos de l'anaphylaxie, du choc protéinoclasique et de l'équilibre colloïdal. On les vit partout. On avait trouvé un mot nouveau, une explication « omnibus ». On ne se fit pas faute d'en user et d'en abuser. Tant de biologistes sont encore vitalistes sans le savoir! Puis, comme toujours le calme se rétablit. On revint à une conception plus modérée des choses. Aussi bien les emballés avaient-ils trouvé de nouveaux aliments à leurs enthousiasmes.

On apercevra dans un instant le rapport très étroit qui doit être établi entre la notion d'hormone et les fonctions des nerfs modificateurs du rythme cardiaque.

§ 3. — Le mécanisme humoral des fonctions chrono, ino et dromotrope des nerfs du cœur. — En 1921, O. Lœwi (de Graz) commençait la publication d'une série de travaux qui devaient avoir un grand retentissement, car ils invoquaient l'intervention d'un mécanisme nouveau, d'une action humorale, dans la régulation nerveuse du cœur.

Chez la grenouille, Lœwi établissait à travers le cœur laissé en place, une circulation artificielle de liquide de Ringer. Les connexions du cœur avec ses nerfs régulateurs étaient respectées, et, malgré le remplacement du sang par une simple solution saline, l'excitation du tronc pneumogastrique continuait d'agir sur le cœur pour le ralentir et pour affaiblir ses battements. Lœwi recueille avec soin le liquide de Ringer qui a traversé le cœur pendant les périodes de ralentissement dues à l'excitation du nerf. Puis il cesse l'excitation, et le nerf étant au repos, il met le cœur du même animal en contact avec ce liquide : Il constate, et c'est le point capital de ses recherches, *que ce liquide agit sur le cœur pour ralentir son rythme et pour affaiblir ses contractions*. L'excitation du nerf a doté de propriétés nouvelles le liquide de perfusion qui a traversé le cœur. Comme le nerf lui-même il jouit de pouvoirs chronotrope et inotrope négatifs. Les choses se sont passées comme si l'excitation du nerf agissait sur le cœur par l'intermédiaire de substances chimiques libérées ou produites chaque fois que le nerf fonctionne. C'était un exemple de fonctionnement humoral du système nerveux lui-même. Les travaux de Lœwi furent accueillis, est-il besoin de le dire, avec une vive curiosité. Ils reportèrent l'attention sur des recherches anciennes de Howell et Duke (1905). Ces deux auteurs américains avaient pu démontrer, chez la grenouille aussi, que la faradisation du pneumogastrique enrichit

Digitized by Google

en *potassium* le liquide de perfusion. Et comme Bottazzi avait déjà souligné les ressemblances qui existent entre l'action cardiaque du pneumogastrique et les troubles qui surviennent quand un excès de sels potassiques agit sur le cœur isolé, on avait tout naturellement pensé que le pneumogastrique ralentit le cœur parce que son excitation libère du potassium, métal à action cardiaque ralentissante (1). Mais les expériences de Howell et Duke n'avaient pu être, chez les Squales, confirmées par Hemmeter, qui usait d'ailleurs d'une technique très différente de celle de ses devanciers. Et puis, une difficulté surgissait quand il s'agissait d'expliquer l'action de l'atropine. Cet alcaloïde est un paralysant classique du pneumogastrique : La faradisation du nerf n'est plus suivie de ralentissement cardiaque chez l'animal atropiné. L'atropine est antagoniste de tous les poisons modérateurs qui agissent dans le même sens que l'excitation du pneumogastrique : tels sont la muscarine, extraite des champignons vénéneux, et l'ésérine ou physostygmine. Mais l'atropine ne supprime pas l'action ralentissante du potassium sur le cœur isolé. La théorie séduisante échafaudée sur les travaux de Howell et Duke se trouve donc là en défaut (2).

Lœwi, comme on le pense bien, chercha à caractériser chimiquement la substance vagomimétique (3) libérée par la faradisation du vague. Il dosa la teneur en *choline* (4) du liquide de perfusion. Elle se trouva augmentée pendant les périodes qui correspondaient à l'excitation du nerf. Or on sait que la choline aussi est un poison vagomimétique. Elle ralentit le cœur en l'affaiblissant, et cette action est supprimée par l'atropine. Mais l'augmentation de la teneur en choline n'était pas suffisante pour expliquer le mécanisme humoral de l'action du pneumogastrique sur le cœur. Lœwi pensa à l'existence d'un alcaloïde voisin de la choline, d'une substance analogue par exemple à la neurine ou oxycholine (5). Mais ces recherches ne sont pas jusqu'à présent sorties du domaine de l'hypothèse. Signalons cependant que dans des expériences que j'indiquerai plus loin, Brinkman et Mlle Van Dam ont montré que chez la grenouille la tension superficielle du liquide de perfusion se modifie quand le pneumogastrique est excité : elle diminue dans le cas d'une action vagomimétique. Elle augmente si c'est un effet analogue à celui de l'excitation du sympathique qu'on observe.

Chez le lapin, Brinkman et J. Van de Velde aboutissent à des constatations analogues : c'est la preuve directe que l'excitation du pneumogastrique modifie la composition chimique des humeurs qui baignent le moteur cardiaque. Mais, je le répète, le détail même de cette altération chimique nous est encore inconnu.

Les expériences de Lœwi ont été reprises par d'autres auteurs avec une technique différente qui confirma pleinement les premiers résultats du physiologiste de Graz. Brinkman et Mlle Van Dam utilisèrent la technique des échanges circulatoires.

Deux grenouilles (A et B) sont disposées en série. Le liquide de Ringer qui a irrigué le cœur de la première est conduit par une petite tubulure au cœur de la seconde. On excite le nerf vague de A, et on observe dans les deux cœurs un ralentissement et un affaiblissement des contractions. Le cœur de B communique avec A par la seule voie humorale : il réagit cependant chronotropiquement et inotropiquement comme si c'était le nerf de B, et non celui de A, qu'on eût mis en action. Mais ces expériences sont susceptibles d'une critique. L'excitation du nerf pneumogastrique de A ralentit le cœur A. Il en résulte une modification des conditions hydrauliques de l'irrigation de B. Un facteur nouveau a été introduit, qui pourrait être rendu responsable des altérations inotropiques et chronotropiques du cœur de B. Car le cœur est un réactif très sensible dont le fonctionnement est troublé dans une foule de circonstances. Pour éliminer cette objection, Ten Cate reprend les expériences de Brinkman et Mlle Van Dam, en interposant, entre les deux organismes artificiellement jumelés, un petit réservoir qui a pour effet d'annuler toute répercussion hydraulique des contractions du cœur de A sur celle du cœur de B. Seule l'action chi-

(1) Les résultats d'un travail de Bouckaert (de Louvain) sont en accord avec les recherches de Howell et Duke.

(2) Voir plus loin (§ 6) l'impossibilité d'expliquer par une libération de potassium le mécanisme humoral des effets excito-moteurs du pneumogastrique sur le canal gastro-intestinal.

(3) Le nerf pneumogastrique est encore appelé nerf vague. Une substance *vagomimétique* produit des effets semblables à ceux qu'on obtient par l'excitation de ce nerf. Une substance *sympathicomimétique* a une action semblable à celle de l'excitation d'un filet du système sympathique : l'adrénaline en est un exemple.

(4) La choline est un alcaloïde azoté, trois fois méthylé, contenant un oxhydrile et un chaînon éthylique :

$$(CH^3)^3\ OH.N.C^2H^4OH.$$

(5) Des travaux, qui poursuivent d'ailleurs un tout autre but, ont conduit H. Zwaardemaker et ses élèves à conclure que la choline et l'adrénaline peuvent sensibiliser le cœur à certains éléments radioactifs. Peut-être quelque chose de semblable pourrait-il être invoqué ici. Une petite quantité de choline pourrait sensibiliser le cœur à l'action d'une petite quantité de potassium (métal doué de propriétés radioactives faibles). Les deux substances verraient ainsi se renforcer leurs actions.

Pour J.-B. Zwaardemaker, l'excitation du vague libère de l'acétylcholine dans la jonction neuromusculaire et du potassium dans le muscle. Le potassium est sensibilisé par l'acétylcholine.

Digitized by Google

mique peut être ici invoquée : les conclusions de Ten Cate sont conformes aussi à la doctrine de Lœwi.

Elle se trouve confirmée une fois de plus par les recherches de Duschl et Windholz : deux rats parabiotiques, c'est-à-dire qui échangent le contenu de leurs appareils circulatoires, sont disposés comme les grenouilles A et B ci-dessus décrites. Chez eux aussi, l'excitation des nerfs modérateurs du premier est suivie de la réaction classique du cœur du second : ralentissement et affaiblissement des contractions.

Dans ces derniers temps Lœwi nous a apporté de nouveaux résultats, qui corroborent les premiers. L'action dromotrope du pneumogastrique, elle aussi, obéit à un mécanisme humoral : le liquide de Ringer utilisé pour la perfusion d'un cœur de grenouille dont le pneumogastrique est excité a acquis la propriété de retarder la marche de la contraction dans un cœur neuf, car le retard normal s'allonge entre les oreillettes et le ventricule.

Je n'ai jusqu'à présent envisagé que les fonctions modératrices du pneumogastrique. Elles sont antagonistes des fonctions du sympathique. Chez plusieurs espèces animales (homme, lapin), les deux systèmes opposés sont anatomiquement assez nettement séparés : l'étude expérimentale de leurs fonctions est relativement facile. Mais les choses ne sont pas toujours aussi simples : chez de nombreux Vertébrés (grenouille, crapaud, chien), les fibres des deux catégories de nerfs sont confondues sur une partie de leur trajet. Il n'existe pas comme chez le lapin un tronc vague et un tronc sympathique, mais bien un tronc vagosympathique. L'excitation de ce tronc commun aboutira à une résultante d'effets opposés, modérateurs et accélérateurs, avec en général, cependant, une très forte prédominance des modérateurs.

Chez la grenouille et le crapaud, ces influences varient d'ailleurs d'après les saisons. En hiver l'excitation du tronc commun aura un effet plus vagotrope ; en été les effets sympathiques pourront, chez le crapaud tout au moins, passer au premier plan. Lœwi a montré qu'en été le liquide de Ringer qui a traversé le cœur d'un crapaud acquiert par la faradisation du vagosympathique des propriétés sympathicomimétiques. Il a sur le cœur neuf des actions inotrope et chronotrope positives.

D'ailleurs, chez la grenouille, Lœwi est arrivé à dissocier les deux effets, soit en variant l'intensité des excitants employés, soit en utilisant l'ergotamine, qui paralyse électivement les filets sympathiques, mais respecte l'action des modérateurs.

§ 4. — Les fonctions bathmotropes des nerfs du cœur. — Des diverses fonctions des nerfs du cœur — chronotrope, inotrope, dromotrope, bathmotrope — la dernière est moins parfaitement connue que les précédentes.

On a publié bien des travaux relatifs aux modifications que subit l'excitabilité du muscle cardiaque quand les nerfs du cœur entrent en jeu. Mais aucune cohérence ne se manifeste si on compare les résultats obtenus par les divers auteurs. Pour les uns le *pneumogastrique* diminue l'excitabilité (action bathmotrope négative) pour d'autres il l'augmente (action bathmotrope positive), pour certains enfin les modifications de l'excitabilité du cœur dues à l'intervention de ce nerf seraient insignifiantes. Rien de ferme ne peut être retenu de ces diverses recherches.

Quant aux effets bathmotropes de l'excitation du *sympathique* les traités classiques n'en soufflent pas mot : l'incertitude a pour pendant le silence.

On ne peut attribuer un tel flottement des opinions qu'à l'insuffisance des méthodes de mesure employées par les anciens expérimentateurs : il est classique, quand on veut déterminer l'excitabilité d'un tissu de chercher ce qu'on appelle le niveau du *seuil* de l'excitation, ou l'intensité liminaire (de *limen* : seuil), c'est-à-dire de fixer par tâtonnements la valeur de l'intensité du courant électrique, juste suffisante pour obtenir le minimum perceptible de l'effet cherché : contraction musculaire, sécrétion glandulaire, constriction des vaisseaux, etc.

Conformément aux idées anciennes de Du Bois Reymond, seule l'intensité du courant excitant est prise en considération. La durée de son passage n'a, pour les physiologistes traditionnels, aucune importance dans l'estimation de l'excitabilité ; et c'est là une grave erreur. On sait, depuis les travaux du Hollandais Hoorweg, et des Français Weiss et Lapicque, que si entre certaines limites, on réduit la durée de passage du courant excitant, le seuil se relève, c'est-à-dire que l'effet minimal n'est plus obtenu avec la même intensité. Mais une augmentation d'intensité du courant raccourci permet de rattrapper le niveau du seuil. Si l'on porte sur deux axes se croisant à angle droit, en ordonnées les intensités liminaires des courants excitants et en abcisses les durées de leur passage on obtient une branche d'hyperbole équilatère (fig. 432). Le mérite revient à Lapicque d'avoir montré qu'on pouvait définir l'excitabilité d'un tissu en choisissant sur cette courbe un point quelconque. Pour diverses raisons qu'il serait trop long d'exposer, Lapicque adopte pour mesure de l'excitabilité de chaque

Digitized by Google

tissu une valeur du temps qu'il appelle *chronaxie* (1) et qui s'exprime selon les organes en secondes, en dixièmes, centièmes, millièmes ou dix-millièmes de seconde.

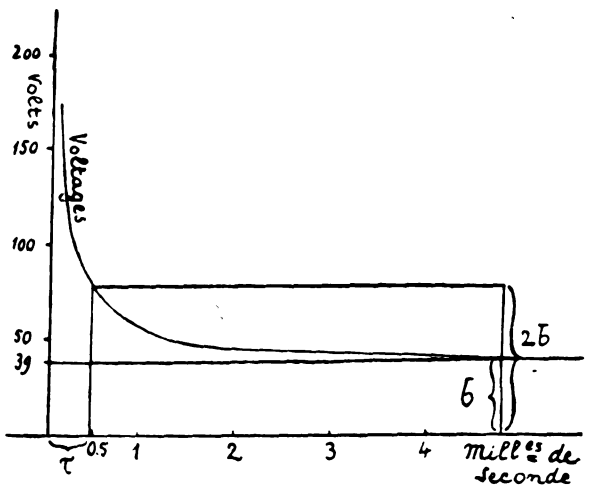


FIG. 432. — *Variation de niveau du seuil galvanique quand la durée du courant excitant change.* — Excitation du muscle extenseur commun des doigts chez l'homme (d'après Bourguignon). Les ordonnées de la courbe représentent le niveau du seuil d'intensité en fonction de la durée de passage du courant excitant (abscisses). Le seuil s'abaisse quand la durée se prolonge. Cet abaissement ne dépasse pas le niveau *b*, appelé *rhéobase*. La courbe devient alors parallèle à l'axe des temps. — Sont inefficaces : *a*) tous les excitants dont l'intensité est inférieure à la valeur des ordonnées de la courbe ; *b*) ceux dont la durée est inférieure à la valeur des abscisses. La *chronaxie* τ, est la valeur minimale de la durée pour laquelle on obtient encore un effet si le voltage rhéobasique a été doublé. — Rhéobase $b = 39$ volts ; Chronaxie $\tau = 0.47$ mill. de sec. (Figure extraite de *Liége médical*, février 1924).

La conception nouvelle de Lapicque a l'avantage de permettre une classification des tissus non plus, d'après le niveau du seuil, en tissus peu excitables et en tissus très excitables ; mais (d'après leur constante de temps ou chronaxie) en tissus rapides, à grande vitesse d'excitabilité, à chronaxie courte, et en tissus lents, à longue chronaxie. Les muscles lisses (vaisseaux, estomac, intestin) sont des muscles lents : leur chronaxie est de l'ordre du dixième de seconde. Les muscles striés volontaires ont une chronaxie beaucoup plus courte, trois dix-millièmes de seconde (0.3₅) environ. Leur contraction est aussi beaucoup plus brève que celle des muscles lisses.

Le cœur des Vertébrés se place entre les organes lents et les organes brefs. Sa vitesse d'excitabilité se caractérise par une chronaxie qui varie d'après les espèces animales entre 1.5 et 8 millièmes de seconde. On ne saisit évidemment pas à première vue l'avantage qu'il y a à préférer comme le fait Lapicque une valeur du temps à une valeur de l'intensité liminaire. La place me manque pour donner ici à cette question le développement qu'elle exigerait. Je me contenterai de signaler que les variations de niveau du seuil d'intensité sont contingentes ; que le seuil se déplace souvent avec les variations des conditions expérimentales, et qu'il serait téméraire de le considérer comme une caractéristique sûre d'une propriété *physiologique* comme l'excitabilité. Au contraire l'expérience montre que la chronaxie n'est pas susceptible d'un tel reproche. Les variations qu'elle peut présenter correspondent véritablement à des variations d'un état physiologique, et ne dépendent pas des « artefacts ».

Ayant pu, dans des travaux antérieurs, me convaincre de la supériorité des mesures chronaximétriques sur les anciens procédés d'appréciation de l'excitabilité, j'ai résolu de tâcher de débrouiller la question encore controversée de l'action des nerfs du cœur sur l'excitabilité du muscle cardiaque. Adoptant le point de vue de Lapicque, j'ai renoncé à la méthode des seuils, et recherché quelles variations la mise en action des nerfs du cœur pourrait imprimer à la *vitesse d'excitabilité* du muscle cardiaque. Chez le chien d'abord, chez la grenouille et la tortue ensuite, j'ai produit des contractions cardiaques supplémentaires, ou extrasystoles, en excitant directement le cœur par des passages de courant constant. La comparaison des mesures obtenues pendant le repos du pneumogastrique et pendant sa faradisation me permet d'affirmer que l'action bathmotrope de ce nerf se traduit par une augmentation de la vitesse d'excitation du myocarde : elle réduit fortement la chronaxie des extrasystoles ventriculaires provoquées. Ces résultats furent confirmés par Mme M. Lapicque et Mlle C. Veil. Chez la grenouille, la chronaxie moyenne du cœur est de 3 millièmes de seconde. Elle tombe à 1 ou 1,5 millième pendant la faradisation du pneumogastrique. Chez le chien ces valeurs moyennes sont respectivement de 1,5 à 2 et de 0,75 à 1 millième de seconde (fig. 433).

Le même genre de recherches appliqué à l'étude des nerfs sympathiques, accélérateurs, me conduisit

(1) Pour mesurer la chronaxie d'un tissu excitable on détermine par tâtonnements le seuil galvanique pour une longue durée de passage du courant excitant. On note l'intensité ou le voltage correspondants. On en double la valeur, et toujours par tâtonnement on cherche à mesurer le temps de passage le plus court qui donne encore un effet si on se sert de ce voltage doublé. Ce temps est la chronaxie ; (pour les détails, voir les ouvrages spéciaux par exemple : BOURGUIGNON, La chronaxie chez l'homme, *Masson*, Paris, 1923 ; Henri FREDERICQ, La chronaxie, test moderne de l'excitabilité, *Liége médical*, février 1924).

Digitized by Google

à penser qu'au point de vue de l'excitabilité aussi, ce sont proprement des antagonistes des modérateurs. Leur faradisation ralentit la vitesse d'excitabilité du cœur du chien et fait passer la chronaxie de 1 ou 2 à 4 ou 5 millièmes de seconde.

qu'on y immerge. Parfois, ce fut, contrairement à la règle générale, une augmentation de la chronaxie que j'observai. Mais on a vu plus haut que chez la grenouille le tronc du vague et celui du sympathique se confondent. Dans ces quelques cas,

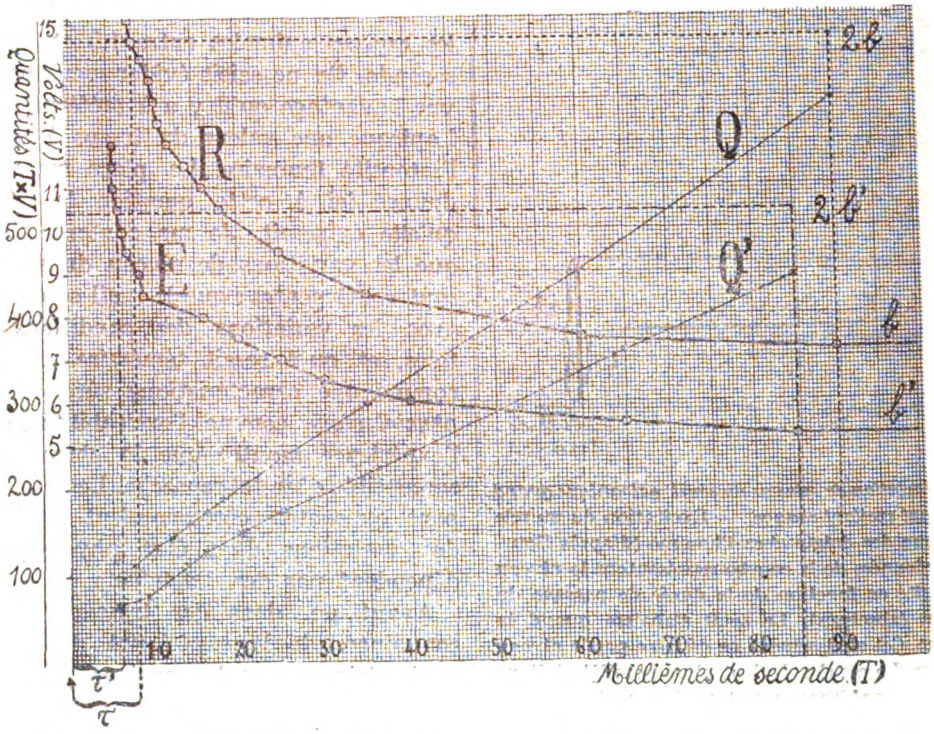


FIG. 433. — *Effets de la faradisation du pneumogastrique sur l'excitabilité du cœur de la tortue* (Henri FREDERICQ). Les courbes représentent les variations du voltage liminaire (ordonnées) en fonction de la durée de passage du courant excitant : R pendant le repos du nerf ; E, pendant sa faradisation. τ = chronaxie correspondant à R (8 mill. sec. environ) ; τ' = chronaxie correspondant à E (6 mill. sec.). *b* et *b'*, rhéobases. — La faradisation du pneumogastrique réduit la Chronaxie. (Figure extraite des *Archives internationales de Physiologie*, 1925, XXIV, 298).

§ 5. — LE MÉCANISME HUMORAL DES FONCTIONS BATHMOTROPES. — Un peu de clarté ayant été jeté sur une question jusqu'alors confuse, je me suis demandé, si à l'exemple des actions chronotrope, dromotrope et inotrope, l'action bathmotrope des nerfs du cœur allait, elle aussi, être régie par un mécanisme humoral. Mes expériences apportèrent une réponse affirmative à cette question.

J'ai repris la technique des circulations en série chez deux grenouilles A et B réunies par leurs seuls systèmes circulatoires (fig. 431). J'ai faradisé le pneumogastrique de la première A et observé une réduction de la chronaxie du cœur de la seconde B. Pour plus de sûreté, j'ai varié les conditions expérimentales. Irriguant le cœur d'une grenouille au moyen de liquide de Ringer et faradisant le nerf pneumogastrique, je recueille à la sortie du cœur le liquide de perfusion, et je constate que ce liquide réduit la chronaxie d'un cœur neuf assez rares, l'action du second nerf domine celle du premier.

§ 6. — AUTRES ACTIONS NEURO-HUMORALES. — S'il est *modérateur* du cœur, le pneumogastrique est au contraire un nerf *moteur* de l'estomac et de l'intestin : son excitation renforce les contractions spontanées du tube digestif. Curieux d'étendre la notion du mécanisme humoral des excitations nerveuses, Brinkman et Mlle Van Dam vérifient chez deux grenouilles artificiellement jumelées — qu'on pourrait appeler des grenouilles « siamoises » — que le pneumogastrique de la première agit par la seule voie humorale sur les contractions de l'estomac de la seconde. Ten Cate devait plus tard observer des faits analogues sur l'intestin de la grenouille, et Jendrassik, sur celui du lapin (1).

(1) Une libération de potassium due à l'excitation du pneumogastrique ne pourrait expliquer l'action excitomotrice

Digitized by Google

Zunz et Govaerts (de Bruxelles) se sont servis, en vue d'une étude analogue, d'un procédé de transfusion sanguine rapide qu'ils ont imaginé et appliqué au chien ; le pneumogastrique est excité dans une région où il ne fournit plus de filets modérateurs au cœur. La faradisation du nerf d'un

§ 7. — Conclusions (1). — Quand un nerf régulateur du cœur fonctionne, son action s'exerce sur l'organe périphérique d'exécution par l'intermédiaire de substances chimiques — sel de potassium, choline ou un de ses dérivés, ou sel de potassium sensibilisé par la choline — qui agissent sur

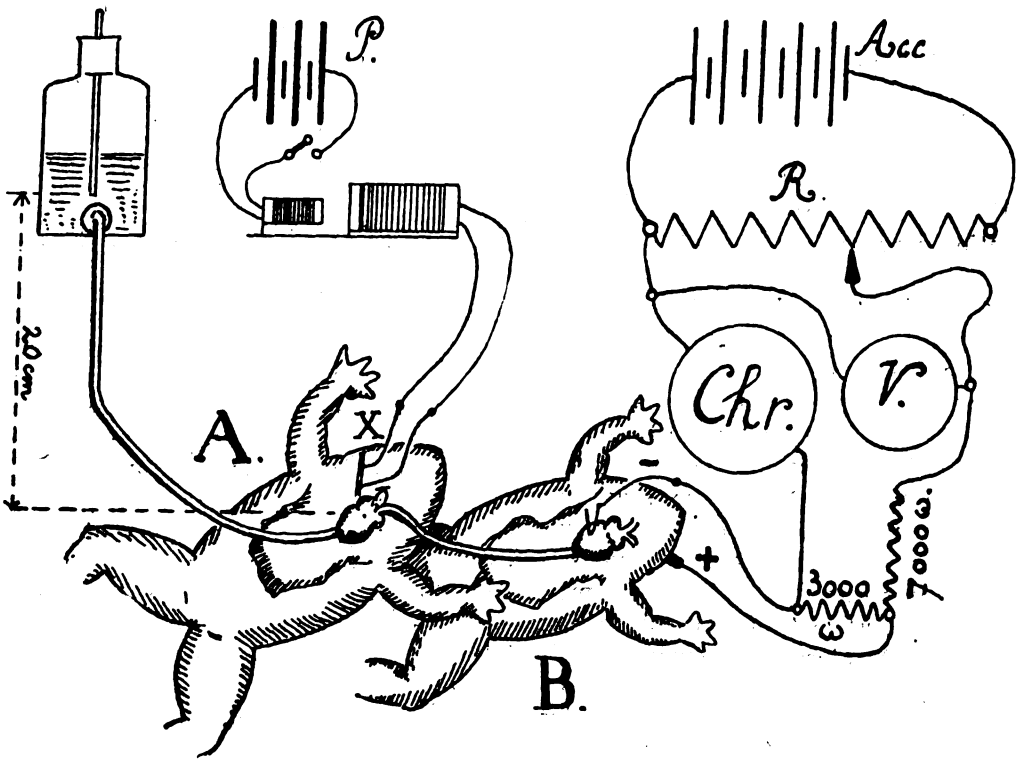


Fig. 434. — *Technique des circulations artificielles de liquide de Ringer chez deux grenouilles A et B. en série.* — P = Pile et chariot inducteur pour faradiser en X le pneumogastrique de A. Acc., R, Chr, V = Accumulateurs, réducteur de potentiel, chronaximètre et voltmètre, pour mesurer la chronaxie du cœur de B. Seule la voie humorale réunit A et B. — (Figure extraite des *Bulletins de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, 1925, p. 59).

premier chien produit chez le deuxième une chute notable de la pression sanguine : action humorale hypotensive.

Un autre exemple encore d'action neuro-humorale nous est fourni par les travaux récents de Hess et de Brinkman et Ruiter : Si l'on tétanise un muscle strié de grenouille on communique au liquide de Ringer qui le traverse, des propriétés nouvelles, excitomotrices pour l'intestin d'un autre animal. L'action de ce liquide devient semblable à celle de l'acétylcholine. Comme toute action vagomimétique elle est supprimée par l'atropine.

du nerf sur le tractus digestif (Brinkman, Ten Cate, voir ci-dessus § 3). La choline, au contraire, produit des contractions de l'estomac et de l'intestin. Elle serait identique à la « motiline » de quelques auteurs.

le muscle cardiaque pour modifier son rythme, son excitabilité, son énergie contractile et sa faculté de conduire plus ou moins rapidement l'onde de contractions musculaire à travers les divers étages du cœur.

C'est aussi par un intermédiaire humoral que le nerf pneumogastrique stimule les contractions de l'estomac et de l'intestin.

Quant à l'intimité même du phénomène, seules des hypothèses sont actuellement possibles : s'agit-

(1) On trouvera une bibliographie de la question des actions neurohumorales dans Henri Frederico. Recherches chronaximétriques relatives au mécanisme humoral de l'action du vagosympathique sur l'excitabilité du cœur des Poikilothermes. *Bulletin de la Cl. des Sc. de l'Académie royale de Belgique*, 1925, p. 51 et *Archives internationales de Physiologie*, 1925, XXIV, 294.

Digitized by Google

il d'une sécrétion, c'est-à-dire d'une synthèse chimique qui s'opère aux dépens de matériaux apportés par le sang, ou bien d'une simple modification de la perméabilité cellulaire qui permettrait le passage vers les éléments sensibles d'une substance préformée et tenue en réserve? C'est ce que de nouvelles expériences devraient nous apprendre.

Comme on le voit, la doctrine des régulations humorales a pris pied dans un des domaines de la physiologie où on devait le moins s'attendre à la rencontrer : les premières recherches de Bayliss et Starling ne tendaient-elles pas précisément à opposer deux modes de coordination organique : la coordination nerveuse et la coordination humorale? Les travaux que je viens de résumer montrent que le premier de ces deux mécanismes peut, dans une certaine mesure et dans certains cas, se combiner avec le second.

Cette conception n'est d'ailleurs pas entièrement nouvelle : les capsules surrénales sécrètent l'adrénaline. L'étude de ce corps a montré qu'en toutes circonstances, il agit dans le même sens qu'une excitation du sympathique : il dilate la pupille, accélère le cœur isolé, contracte les vaisseaux, empêche les contractions intestinales et produit de la glycosurie. C'est le type des poisons sympathicomimétiques. Or plusieurs auteurs ont affirmé que l'excitation du nerf splanchnique enrichit le sang en adrénaline. On en a tiré cette conclusion que l'excitation du sympathique agit sur les divers organes périphériques par l'intermédiaire de cette hormone.

Mais la question de l'adrénaline a été l'objet de telles controverses (voir à ce sujet les conclusions opposées des travaux de Gley et Quinquaud, de Tournade et Chabrol, d'Anrep, d'Elliott, d'Asher, etc.), qu'il n'est certes pas sans intérêt de signaler à propos de nerfs autres que le sympathique, l'existence d'une association entre une excitation nerveuse et une libération d'hormones.

Bien des choses pourraient encore être dites à ce propos. Je n'ai nullement la prétention d'avoir, dans les lignes qui précèdent, épuisé le sujet que je m'étais proposé. J'ai cherché à définir une étape de la science en évolution, indiquant un des nombreux points de départ d'où pourront être poussées des recherches dans des directions nouvelles.

Henri FREDERICQ,
Professeur de physiologie à l'Université de Liége.

LE CALME DES EAUX ABYSSALES DE L'OCÉAN

Les considérations sur lesquelles s'appuient nos connaissances relatives aux eaux abyssales de l'Océan, à leur économie générale et au rôle qu'elles jouent dans la nature, se rapportent tant au point de vue théorique qu'au point de vue matériel et pratique au modelé du lit marin, au calme mécanique dont elles jouissent aussitôt qu'elles ont dépassé la limite inférieure de la mince couche d'agitation superficielle, à la loi physique des vases communiquants, au mode de propagation et de diffusion de la chaleur et de la salure à travers leur masse. On pourrait y ajouter la façon dont elles ressentent l'influence de l'action volcanique sous-marine beaucoup plus puissante qu'on ne serait tenté de le croire. Nous examinerons sommairement les effets de chacune de ces influences.

Le principe des vases communiquants, contenant des liquides de densités différentes, est bien connu. On sait que l'équilibre de niveau qui, dans l'Océan, n'est jamais atteint, y est sans cesse poursuivi par le moyen de courants allant de l'eau de plus faible densité vers l'eau de plus forte densité. Il s'agit, bien entendu, de la densité *in situ*, c'est-à-dire évaluée à la température que possédait le liquide au lieu et au moment même où l'on en récoltait l'échantillon.

Le modelé du sol possède une influence sur l'économie des eaux abyssales. La circulation atmosphérique est toute différente dans une région continentale à relief accidenté, semée de pics élevés, de crêtes montagneuses discontinues coupées de cols ou continues formant cuvettes sans issues ou bien sur des plaines plus ou moins vastes. Au fond de la mer, il en est de même à un degré atténué mais n'en existant pas moins. On commence à peine à connaître en gros le modelé du lit marin et l'atlas bathymétrique des Océans du Prince de Monaco en donne une très utile image générale. Cependant, si l'on y regarde de près, si l'on a besoin de renseignements plus précis, il reste encore bien des détails à mieux fixer et des problèmes à résoudre.

La profondeur, en un point quelconque de la mer, se mesure par un sondage au fil métallique et la technique du procédé est maintenant parvenue à un maximum de perfectionnement ; mais si précis qu'il soit, si nombreux que soient les sondages déjà effectués, ils ne fournissent qu'une série discontinue de points isolés les uns des autres. Or, le plomb de sonde ne renseigne que sur le point

Digitized by Google

même qu'il a touché et personne n'est en état de garantir d'une façon certaine ce qui existe entre deux points consécutifs de sondage si rapprochés qu'ils soient.

En outre, la détermination astronomique du point de sondage sur le globe est affectée d'une erreur instrumentale inévitable de deux à trois minutes d'angle. En d'autres termes, le lieu exact du sondage est situé quelque part dans un cercle de 2 à 3 milles de diamètre, approximation insuffisante sur des cartes à grande échelle.

Une nouvelle méthode de sondage par le son donne cependant des indications presque continues grâce à l'extrême rapidité avec laquelle la mesure est effectuée. Une explosion est produite à la surface de l'eau, le bruit s'en propage de haut en bas jusqu'au sol ; il s'y réfléchit et, par un phénomène d'écho, remonte en sens inverse, rejoint le navire qui l'a émis et qui, muni d'un appareil permettant d'évaluer le 1/1500 de seconde, enregistre la durée du double trajet accompli et, par conséquent, de sa moitié qui est la profondeur cherchée. Connaissant la vitesse de propagation du son à travers l'eau, on possède alors tous les éléments du calcul. Le procédé encore à ses débuts est en train de faire ses preuves. En les supposant favorables, il constitue un grand progrès mais laisse néanmoins subsister l'incertitude dans la détermination du point, de sorte que la topographie sous-marine, même perfectionnée, reste loin de la précision d'une topographie subaérienne et laisse subsister la crainte, dans le cas d'une cuvette, par exemple, de ne pas découvrir un étroit passage dont l'existence risque de modifier le régime de toute une région en permettant une communication et un mélange d'eaux de densités différentes.

Le second élément, ayant une influence sur les eaux abyssales, est le fait du calme mécanique qui y règne. Or, l'existence de ce calme, au delà d'une mince couche superficielle agitée, est appuyée sur des preuves indiscutables. Dès 1848, un savant marin italien, le Ct Cialdi (1), d'après un nombre considérable d'observations recueillies sur la surface entière de l'Océan, avait reconnu qu'à des profondeurs dépassant 200 mètres, même par les plus fortes tempêtes, la plus fine vase du fond cessait d'être agitée.

John Murray (2) à bord du *Challenger*, donne une preuve directe de ce calme. Le 23 mars 1875, dans un sondage exécuté entre les îles de l'Amirauté et le Japon, par 8.185 mètres de fond, à une profondeur de 5186 mètres, les thermomètres portés par le fil de sonde sont brisés par la pression et leur mercure tombe verticalement sur le sol. Le tube Buchanan destiné à ramener un échantillon lithologique continuant plus lentement sa descente, arrive à son tour sur le sol et est si peu dévié de sa route qu'il le frappe à l'endroit précis où était déjà parvenu le mercure dont on retrouve des gouttelettes dans le boudin de vase ramené au jour.

La distribution de la température au sein de la masse des eaux océaniques confirme le calme des abîmes. Si, par un sondage thermique, on mesure verticalement la température des eaux à diverses profondeurs et qu'on en trace la courbe, quel que soit le lieu où l'on opère, on reconnaît que la chaleur distribuée assez irrégulièrement à l'extrême surface de l'Océan, décroît ensuite régulièrement avec une lenteur de plus en plus grande, de telle sorte qu'entre 1000 et 2000 mètres, la courbe qui la représente se transforme en une ligne droite correspondant à une température moyenne, pour l'Océan tout entier, de 1,8° environ. Une pareille constance ne peut résulter que d'un brassage violent et continuel, hypothèse inadmissible, ou d'un calme complet. La diffusion de la chaleur, rapide dans un milieu liquide agité est très lente au sein d'un milieu tranquille. On a calculé qu'une masse d'eau à 0° de 5000 mètres de profondeur réchauffée à la surface par une source à la température constante de 30°, après un siècle, n'offrirait aucun changement à 100 mètres de profondeur, et après 1000 ans, à 300 mètres, ne manifesterait pas un changement de 1/100 de degré. D'après des mesures directes, la variation diurne de la température ne dépasse pas une vingtaine de mètres ; au delà de 300 à 400 mètres, les variations mensuelles ne se font plus sentir ; plus bas, la décroissance thermique permanente se régularise pour s'immobiliser vers 2000 mètres. Le calme thermique succède à l'établissement du calme mécanique.

La courbe des densités *in situ* τ_0 établie d'après les données d'un sondage densimétrique offre, dans un ordre inverse, le même aspect général que la courbe thermique : une première portion superficielle croissant assez régulièrement se régularise peu à peu après avoir successivement franchi la zone d'agitation mécanique et plus bas celle qu'on pourrait appeler d'agitation thermique ; puis, plus bas encore, elle devient sensiblement constante jusqu'au contact du sol. Il en est de même de la courbe de la densité normale qui est aussi celle de la salure. On sait que la densité normale τ_0 désigne le poids en grammes, à la température fixe de 0° de l'unité de volume (1 cm³) de l'échantillon considéré et que la salure τ_0-1

(1) CIALDI : *Sul moto ondoso del mare e su le correnti di esso* (Roma, 1866).

(2) MURRAY : *Narrative of the voyage of the Challenger*. I, second part, p. 735.

Digitized by Google

c'est-à-dire la densité normale réduite à sa partie décimale, valeur qu'il ne faut pas confondre avec la salinité, est sensiblement le poids de tout ce qui dans cette même unité de volume (1 cm³ à 0°) n'est pas de l'eau chimiquement pure.

La diffusion de la salure qui caractérise un échantillon d'eau de mer est aussi très lente et en masse elle résiste à des mouvements qui hâteraient notablement la diffusion de la température. J'ai fait à ce sujet l'expérience synthétique suivante (1) :

Dans un grand flacon en verre de plusieurs litres de capacité, on verse une couche d'eau salée sur laquelle on dépose comme flotteurs de petites boulettes de cire lestées d'un peu de poussière de quartz afin de leur donner des densités différentes et les rendre à des degrés différents toutes plus lourdes que l'eau pure et moins lourdes que l'eau salée. On porte dans une cave où la température varie le moins possible et l'on verse avec précaution dans le flacon de l'eau pure qui recouvre l'eau salée sans s'y mélanger. On abandonne alors l'appareil à lui-même. Au début, tous les flotteurs sont réunis dans un même plan horizontal, limite commune des deux couches d'eaux, puis, à mesure que la diffusion s'effectue, on les voit s'élever successivement et s'espacer verticalement, à commencer par le plus léger. L'expérience démontre à la fois le fait de la diffusion saline et permettrait d'en évaluer la lenteur car après plus d'une année le mélange des deux liquides était bien loin d'être complet. Un savant suédois (2), le Dr J.-W. Sandström, a mis à profit cette très lente miscibilité entre deux eaux de densités même très peu différentes pour élucider synthétiquement, par de très simples et très ingénieuses expériences, diverses particularités relatives à la circulation océanique superficielle et profonde. — En dernier lieu, il est nécessaire, pour se rendre compte de l'économie des eaux profondes, de prendre en considération l'action des volcans abyssaux en activité ou éteints, beaucoup plus fréquents sur le lit marin qu'on ne le croit en général.

Le volcanisme abyssal affecte trois formes distinctes. D'abord, la forme en quelque sorte classique des volcans subaériens dont les effets sont modifiés par l'énorme pression de l'eau sus-jacente : éjection de laves incandescentes (3) immédiatement transformées par étonnement en sable volcanique, projection à faible hauteur de ces lapilli qui retombent sur l'endroit même d'où ils proviennent et s'y étalent en nappe, production de seiches sous-marines sans mouvement de translation horizontale et qui, non perceptibles ou à peine perceptibles au navire passant au-dessus de l'épicentre, sont susceptibles, si le modelé du terrain s'y prête, de faire sentir leurs effets désastreux, tsunamis, raz-de-marée, vagues sourdes, à des centaines de milles de leur point d'origine. Ces volcans doivent certainement projeter dans la masse liquide qui les recouvre et à laquelle ils se mélangent, des torrents d'eau qui contribuent à remplacer les pertes dues à l'évaporation superficielle, des quantités considérables de produits et de gaz volcaniques : acides carbonique, chlorhydrique, sulfurique, sulfhydrique et autres aussitôt liquéfiés par la pression et dissous ainsi que le prouve l'augmentation locale de la densité et de la salure.

La seconde forme est celle d'effondrements de portions sous-marines de la croûte terrestre assez rarement perceptibles à la surface des flots mais provoquant un choc créateur de tsunamis, nom que les Japonais qui ne connaissent que trop bien ces phénomènes donnent à la vague qui s'engouffre dans la cavité béante en découvrant les plages lointaines et, revenant ensuite sur elle-même, y produit les effroyables cataclysmes de Lisbonne, en 1755, de Tokyo, en 1923, et tant d'autres encore.

La troisième forme est celle des microséismes, frémissements presque continuels du sol sous-marin perceptibles seulement par des instruments d'une extrême sensibilité mais qui suffisent pour provoquer un tassement maximum (1) des sédiments descendus de la surface dont la compacité favorise la tenue sur le sol des câbles télégraphiques sous-marins.

L'étude de ces phénomènes océaniques sous-marins profonds est grandement facilitée et simplifiée par l'emploi, imité des courbes de température des savants du *Challenger*, d'une série de diagrammes donnant sur une même feuille de papier, à la même échelle, les profondeurs, les températures et les densités d'un même sondage densimétrique depuis la surface jusqu'au sol. Chaque feuille comporte trois courbes, celle des températures t, des densités *in situ* σ_0 et des densités normales σ rapportées aux deux axes rectangulaires des abscisses où sont indiquées les profondeurs et des ordonnées destinées aux températures et aux densités. Leur examen et leur comparaison mutuelle, particulièrement pour deux localités peu éloignées

(1) J. THOULET : *Sur la diffusion de l'eau douce dans l'eau de mer*. C. R. A. S., t. 112, p. 1.068, 11 mai 1891.

(2) J.-W. SANDSTROM : *Théorèmes fondamentaux de la dynamique de la mer. Traité élémentaire expérimental*. Ur Swenska hydrografisk-biologiska Kommissionens Skrifter. VII. 1923.

(3) THOULET : *Volcans sous marins abyssaux*. La Science moderne, n° 9, sept. 1924, p. 510.

(1) THOULET : *Sur le tassement des argiles au sein des eaux*. C. R. A. S., t. 123, p. 765, 9 nov. 1896 et *Annales des Mines*, fév. 1897.

Digitized by Google

l'une de l'autre, laissent juger d'un seul coup d'œil, surtout quand on les superpose et qu'on les observe par transparence, une foule de conditions de la région étudiée : régime, direction et importance des courants, intensité de l'évaporation à la surface, évaluation des apports d'eau douce. D'autre part, des coupes océaniques, sortes de profils en long passant par une suite de stations dans une direction déterminée et se rapportant respectivement pour le même parcours aux températures et aux densités superficielles et profondes permettent de juger de la distribution des θ, des $\tau\theta$ et des σ_0, c'est-à-dire de la formation, de la nature et de la marche descendante des nuages liquides. La figure 1 inspirée des beaux diagrammes uniquement thermiques du *Challenger*, montre l'un de ces diagrammes multiples dont j'ai indiqué ailleurs le mode de confection et l'usage. Il se rapporte à la station 257, par 27°33' lat. N. et 154°55' long. W., à environ 7° N. de l'île Hawaii, dans le Pacifique Nord (1).

Le calme mécanique des eaux abyssales explique un grand nombre de phénomènes dont la mer est le théâtre et parmi lesquels on citerait les suivants.

Chute rapide des poussières et des corpuscules organiques superficiels tombant sur le fond quelle que soit sa profondeur presque exactement au-dessous du lieu de la surface où ils ont vécu ou bien ont été apportés par les vents. Il en résulte que l'examen d'un sédiment actuel ou ancien devenu roche sédimentaire peut renseigner sur les conditions climatériques ou autres régnant actuellement ou ayant autrefois régné immédiatement au-dessus de son gisement.

Les vicissitudes du climat aérien sus-jacent provoquent à la surface de la mer par échauffement, évaporation, apport d'eau douce par les fleuves, fonte des glaces ou chute de pluies, la formation de nuages liquides qui, à l'inverse des nuages atmosphériques, descendent à peu près verticalement jusqu'à la profondeur à laquelle trouvant une couche de même densité que la leur propre, ils s'arrêtent, s'étalent et après s'être mis en équilibre thermique se confondent par diffusion saline avec l'eau ambiante et prennent ainsi part au grand cycle de la circulation de l'eau dans la nature.

La distribution continue et régulière de la densité en profondeur, conséquence du calme des eaux apporte l'explication des tsunamis, raz-de-marée et lames sourdes, renseigne sur les conditions du volcanisme sous-marin et permet, grâce à des mesures méthodiques, de fixer la position des volcans dispersés sur le sol océanique et même d'obtenir des notions sur leur activité et sur quelques-unes de leurs autres particularités.

Si un poète avait à condenser en une seule phrase l'ensemble de tous ces faits, il dirait que la mince nappe superficielle de l'Océan fait partie du domaine d'Eole, dieu des vents, les eaux intermédiaires de celui de Neptune et les eaux immédiatement en contact avec le sol, de celui de Pluton.

J. THOULET,
Professeur honoraire à l'Université de Nancy.

(1) *Report on the deep sea temperature observations.* The voyage of H. M. S. Challenger. Physics and Chemistry, vol. I.

REVUE AGRONOMIQUE

L'EXPLOITATION DES PLANTES ET DES ANIMAUX QUELQUES NOTES D'ÉCONOMIE RURALE

Nous nous arrêterons peu aux recherches de chimie ou de physiologie végétale. Par contre nous donnerons plus d'attention à des questions actuelles: la production du lait, problème de plus en plus difficile pour l'agriculteur, mais dont la solution intéresse tout le monde. Un tour dans les cultures coloniales, combien intéressantes et dignes d'attirer des compétences actives. Quelques-unes des idées émises récemment sur des questions neuves ou remuées de leurs cendres : vie chère, remembrement des terres, réglementation internationale du travail agricole, ne nous laisseront pas indifférents.

La terre pour porter des récoltes exige non seulement une préparation mécanique et une préparation chimique, la vie des plantes a des exigences tellement multiples que l'on entrevoit pour l'avenir encore bien autre chose à faire que de préparer un sol avec la charrue et les engrais. Ainsi, MM. Rivière et Pichard, à la station agronomique de Seine-et-Oise, ont essayé l'action des antiseptiques incorporés au sol. L'arséniate de soude, à dose inoffensive pour les végétaux supérieurs, débarrasse le sol des protozoaires bactériophages. Il a donné à ces auteurs des excédents de récolte notables. Sur pommes de terre, avec 20 k. d'arséniate de soude par hectare, augmentation de rendement de 2000 k., avec 30 k. augmentation de 2700 k. Ces résultats d'une méthode de préparation, en quelque sorte biologique du sol, par des antiseptiques peuvent apporter dans l'avenir quelques modifications à nos procédés de culture.

Les vitamines sont contenues dans les huiles végé-

Digitized by Google

tales en quantité extrêmement faibles en général. Drummond et Zilva à l'University college et au Lister Institute de Londres, expérimentant sur des rats, ont interprété à part les phénomènes dus à la toxicité (h. de coton, h. de kapok), et ceux dus aux vitamines.

Parmi les graines oléagineuses dépourvues de vitamines A, les auteurs classent le maïs blanc, le soya ; parmi celles qui en contiennent des traces ils citent : arachide, sésame, maïs jaune. Les amandes de palme, la navette en contiennent des quantités peu appréciables. Seule la graine de lin en contient des quantités appréciables. Par contre, le beurre et l'huile de foie de morue donnaient d'excellents résultats sur les animaux en expérience, le premier dès la dose de 0 gr. 200, le second, dès la dose de 0 gr. 020. L'huile de palme extraite en Afrique par compression de la pulpe du fruit est riche en vitamines et cela d'autant plus qu'elle est plus colorée. Quelques échantillons sont tout à fait comparables au beurre Cette observation est loin d'être négligeable si l'on songe qu'une fraction importante de la population de l'Afrique consomme cette huile. De plus, il y aurait intérêt à ne pas employer dans l'alimentation des huiles de palme trop décolorées et chauffées, ceci pourra conduire à modifier les modes de préparation de matières grasses végétales succédanées du beurre.

La présence de vitamines B a été reconnue abondante dans les bananes, papaye, et fruits de *Vigna sinensis*, plus spécialement dans ces derniers (Acuna, *The Philippine agriculturist*, 1923).

— La betterave fourragère et le maïs ont été cultivés en lignes intercalées, par M. Succi (*Italia agricola, août, Bull. de Rome*, octobre 1922) (1). Les deux plantes se développent d'une façon normale. La betterave attend l'enlèvement du maïs pour reprendre son développement actif, et complet. Bien que la méthode ne puisse guère avoir d'intérêt pour la grande culture, elle peut rendre quelques services dans les régions méridionales.

L'amélioration des prairies par les phosphates a été trop souvent constatée pour qu'il soit permis de la rappeler ici. Cependant des essais comparatifs de divers engrais faits par Robertson (*Journ. of Min. of agric. London*, oct. 1922), sont d'autant plus dignes d'attention que l'on préconise beaucoup depuis quelque temps l'emploi des phosphates naturels. Dans ces essais les phosphates de Gafsa ont eu sensiblement la même influence favorable que les scories basiques, au point de vue du développement des plantes de qualité supérieure. Par contre, un autre phosphate naturel d'Afrique du Nord, essayé, se montra beaucoup moins efficace.

— La conservation des fourrages ensilés par le courant électrique a été essayée en Suisse par l'Administration centrale des Etablissements fédéraux d'essais agricoles. Ces expériences ne sont pas assez concluantes pour mériter dès maintenant qu'on en tire une conclusion. Ces essais étaient effectués plutôt sur l'initiative de producteurs d'électricité que sur celle des agronomes. Il en a d'ailleurs été question dans toute la presse agricole.

L'ensilage des fourrages a été de plus en plus

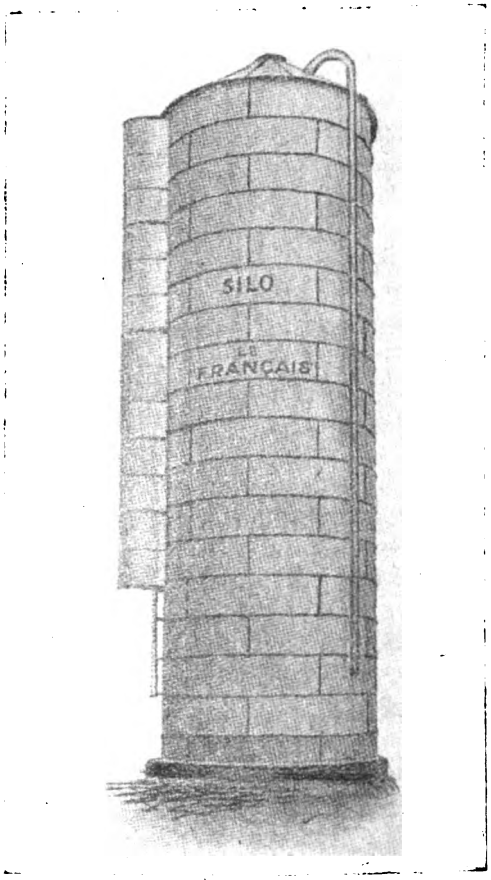


Fig. 435 — Silo métallique « Le Français ».

appliqué et préconisé. Très employé déjà en Italie, aux États-Unis, il mérite de se généraliser. L'emploi de silos métalliques qui donnent toute satisfaction permettra de l'appliquer rapidement et de bénéficier ainsi de tous les avantages de cette méthode de conservation, ce qui conduira à développer beaucoup l'élevage. Nous donnons la photographie d'un silo métallique pouvant atteindre 12 m. de hauteur et 360 m³ (fig. 435).

— L'utilisation des fruits de la vigne peut donner lieu à de très intéressantes applications : une industrie nouvelle semble se dessiner, c'est celle du moût de raisin concentré.

(1) Bulletin des Renseignements agricoles de l'Institut international d'Agriculture.

Digitized by Google

Le jus de raisin peut être concentré en un sirop et même, en poussant plus loin l'évaporation, en une sorte de miel où les sucres ont cristallisé. La conservation de ces moûts concentrés, où les vitamines existeraient, serait facile et les produits obtenus ont un goût très agréable susceptible de les faire rechercher par les consommateurs. L'emploi pour diverses préparations médicamenteuses aurait aussi de l'intérêt.

La méthode de conservation issue de celle indiquée par le professeur italien Monti, a été mise au point par M. Guyon et une société industrielle s'est montée pour la fabrication (*Agriculture pratique*, 7 oct. 1922). On espère faire l'exportation de ces moûts concentrés dans des pays comme les Etats-Unis où le vin entre difficilement. Il est très vraisemblable d'ailleurs que ces moûts ou miels de raisins additionnés d'eau et ensemencés de levure peuvent donner une boisson alcoolique tout comme on fait des vins de raisins secs.

La destruction des mauvaises herbes dans les champs de blés par la pulvérisation d'une solution d'acide sulfurique est consacrée par la pratique, elle doit être de plus en plus employée pour le plus grand bien de notre production de blé, production nationale et production mondiale.

***

Si nous nous dirigeons vers les recherches nouvelles faites dans le but de perfectionner l'exploitation du bétail, nous pouvons relever comme une idée ingénieuse l'identification des bovidés au moyen des empreintes suggérée par O. H. Baker. Petersen vient de publier ses résultats obtenus aux Etats-Unis sur plus de 350 bovidés. Il a pris l'empreinte du nez au moyen d'encre d'imprimerie sur papier de journal (méthode reconnue la meilleure) (*Journ. of Dairy Science*, Baltimore, mai 1922, *Bull. de Rome*, octobre).

Les observations ont prouvé que les animaux ont un modèle différent d'empreinte et la prise de celle-ci est facile ; de plus le dessin de l'empreinte ne change pas avec l'âge.

C'est donc un moyen à préconiser pour marquer les animaux inscrits à des sociétés d'élevage ou en expérience, et aussi pour identifier les animaux assurés contre la mortalité. Cette dernière application, pour éviter les fraudes par substitution, semble assez indiquée.

Ce procédé d'identification des animaux est utilisé dans les concours agricoles en France (voir une fiche zoométrique *in Revue Scientifique*, 10 mai 1924).

— Dans l'alimentation de nos animaux domestiques le calcium et le phosphore ne sont pas toujours donnés en quantité suffisante. L'habitude de donner dans la ration de la poudre d'os n'a pas encore prévalu partout où les aliments ordinaires sont insuffisamment pourvus en ces éléments.

M. Gouin, dans la *Revue de Zootechnie*, insiste encore sur la nécessité d'employer soit le phosphate précipité, soit la poudre d'os dans l'alimentation des vaches laitières lorsqu'elles consomment beaucoup de paille. Les porcs dont la croissance exige 1 à 2 gr. de phosphate de chaux par 100 gr. de poids acquis devraient aussi, couramment, recevoir des phosphates en supplément des aliments ordinaires. M. Gouin a donné comme indication, pour un porc de 50 k. croissant de 600 gr. par jour, 40 à 50 gr. de phosphate précipité ou le double de ce poids de poudre d'os.

Quant à l'utilisation des sels de calcium dans l'alimentation des animaux, elle a fait l'objet d'études précises sur des porcs, par Forbes, Halverson, Morgan et Schulz (Ohio agricultural experiment station, bull. 1921. *Bull. de l'Inst. int. Rome*, juin 1922). De ces essais il résulte que l'absorption des sels de calcium favorise l'assimilation du phosphore. L'action des sels de calcium est d'autant plus efficace qu'ils sont plus facilement solubilisables dans l'organisme (très divisés) mais ce n'est pas à dire qu'on puisse recourir impunément à certains sels solubles de calcium, qui sont des poisons.

— L'engraissement des porcs peut tirer un grand parti des glands de chêne lorsque les conditions pratiques, c'est-à-dire économiques, de leur récolte sont réalisées. Mais on ne doit pas perdre de vue le fait, confirmé par les nouveaux essais de Muller et Sandbrink (*Deutsche landwirtschaftliche Tierzucht* Hanovre, août 1922. *Bull. de Rome*, novembre), que les jeunes animaux tirent de cet aliment un parti beucoup moins bon.

— On peut signaler ici l'introduction faite au Canada d'un troupeau de 600 rennes norvégiens domestiqués. Outre l'usage comme animal de trait qui permettra la mise en exploitation de régions jusqu'à présent déshéritées sous ce rapport, on prévoit l'utilisation de ces rennes pour la boucherie.

***

Passons à la question du lait, en glanant tout d'abord quelques renseignements sur la technique, objet principal de notre attention.

L'influence des traites fréquentes sur la productivité en lait de vache est confirmée par les expériences de Ragsdale, Turner et Brody à Colombia, Missouri. La sécrétion du lait pendant une heure est égale à 95 % de la sécrétion pendant l'heure précédente (*Journal of Dairy Science*, 1921, *Bull. de Rome*, décembre 1921).

Digitized by Google

D'études faites aux Etats-Unis, il résulte que les machines à traire présentent un certain nombre d'avantages sur la traite à main, fait connu, et nous remarquons parmi les méthodes que l'on peut préconiser pour le nettoyage des machines, entre deux traites, le procédé suivant : on laisse un courant d'eau froide circuler dans la machine pendant un temps assez long entre deux traites. La méthode est aussi simple et pratique que celle qui consiste à laisser en permanence les seaux à traire sous une fontaine jusqu'au moment d'en faire usage et qui est pratiquée dans nombre de petites fermes de France. La stérilisation par la chaleur, plus rapide et commode, dans le cas où la machine comporte des pièces en caoutchouc stérilisable, est préconisée de préférence au lavage à l'eau salée ou à l'eau additionnée d'hypochlorite qui détériorerait rapidement les parties métalliques.

Les machines à traire semblent se répandre assez rapidement. Il faut signaler une intéressante communication à la Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture sur leur emploi.

— La conservation des échantillons de lait destinés à l'analyse chimique se fait, comme on sait, en France, par l'addition de bichromate de potassium. D'après des auteurs américains on produit moins d'altérations en ajoutant par litre 1,5 à 2 cm. cube d'aldéhyde formique à 40 % (formol). La méthode au bichromate, parfaitement connue dans ses résultats, garde cependant sa valeur.

— Un résumé très sommaire des défauts du beurre et des moyens de les éviter a été publié par Hamilton (*Dept. of agriculture*, Rhodésie. *Bull. de Rome*, nov. 1922). En voici un extrait : L'insipidité proviendrait de ce fait que les vaches sont insuffisamment alimentées en fourrage vert. D'autres causes sont : conservation de la crème à une température trop basse pendant la maturation ; lavage excessif du beurre granuleux. Le goût de graillon, d'une maturité excessive de la crème. Le goût de fromage d'un lavage insuffisant : du petit-lait reste, dont les matières azotées se décomposent. Le goût de levain, d'une trop longue conservation de la crème, et il faut plus de propreté. L'amertume : en saison sèche, herbes dures, ou impuretés dans le sel. Goût de moisi : commencement de moisissure de la crème qui doit être conservée dans des récipients plus propres et à l'abri de la poussière. La rancissure est surtout favorisée par une fabrication imparfaite : des beurres fabriqués très proprement et stérilisés ont été trouvés parfaits après dix années de séjour en frigorifique.

— La contamination du lait due à un bouchage défectueux des bouteilles est trop évidente pour avoir besoin d'être soulignée ici. L'emploi de capsules couvrant le rebord de la bouteille serait coûteux et il faudrait employer des matériaux inoffensifs pour leur fabrication, proscrire le plomb (1). En Californie, Jackley a fait divers essais d'où il croit pouvoir conseiller de passer 4 à 5 secondes dans une flamme de gaz le goulot de la bouteille avant de la déboucher. On doit prendre la précaution de tourner constamment le verre pendant ce court chauffage pour ne pas risquer de le voir éclater. Il a reconnu l'efficacité de cette méthode qui paraît intéressante pour les flacons de lait exposés aux poussières des rues des villes.

La conservation du lait par refroidissement pour le transport est de plus en plus pratiquée. Les laiteries outillées pour fournir au transporteur un lait réfrigéré utilisent une machine frigorifique et un réfrigérant permettant d'abaisser la température du lait à + 5° environ, avant sa mise en pots. Pour le transport par fer, il est évident qu'il faut autant que possible employer les vagons isothermes qui permettent d'amener à la porte du consommateur un lait encore très froid, incapable de laisser pulluler dans son sein les innombrables germes que tout lait contient inévitablement.

La méthode a fait ses preuves en France, mais surtout à l'étranger où l'on n'a pas hésité à reconnaître sa supériorité.

Dans la technique du transport du lait d'alimentation des grandes villes, l'idée d'appliquer la méthode frigorifique, préconisée à la « Journée du lait » de Paris, paraît donc devoir donner lieu à des applications vraiment pratiques.

Si l'on conçoit fort bien et si l'on applique avec soin un grand nombre de perfectionnements dans la manipulation, la conservation, la présentation du lait au consommateur, il est plus malaisé d'admettre qu'il s'en suit une énorme élévation des prix de revient. A ce sujet M. de Monicault a émis des vues de la plus haute portée pratique (*Journal d'agriculture pratique*, 28 octobre 1922). Toutes les mesures prises, dit-il, dans le but de faire baisser le prix du lait vont à l'encontre de leur but qui est de procurer largement cet aliment aux enfants et aux malades. Plus on baisse ce prix, plus le producteur est forcé de diminuer ses frais de production, manipulation, etc., le nettoyage des ustensiles en souffre évidemment. D'autre part la loi sur les fraudes encourage le mélange des laits, elle oblige presque à faire des mélanges de laits. On arrive à fournir un lait type répondant aux exigences de la surveillance des fraudes mais combien souillé et ensemencé dans la masse avec les quelques germes nuisibles qui peuvent se trouver dans un seul bidon. M. de Moni-

(1) On pourrait songer à une application généralisée sinon obligatoire, en laiterie, de capes en viscose ou en cellophane employée dans le commerce des produits chimiques et pharmaceutiques.

Digitized by Google

cault préconise la conservation par refroidissement pendant le transport ; quant à la vente, au lieu de la faire, comme à présent, en plaçant le lait dans des bacs évasés recevant les poussières de la rue, il suggère l'idée d'employer des appareils où le lait serait mesuré sans être manipulé en bac ouvert, comme on fait maintenant pour l'essence distribuée aux automobilistes.

L'aviculture est toujours l'objet de recherches très nombreuses et de perfectionnements sérieux aux Etats-Unis, où l'on met tout son soin à apporter aux rations ordinaires des volailles un complément de matière azotée et de phosphate de chaux (lait écrémé ou caillé, viande de bœuf ou de poisson, petits cailloux et coquilles d'huîtres moulues). L'insuffisance de l'alimentation exclusive au maïs pour les jeunes poussins ressort nettement des essais de Mussehl et Calvin à la Nebraska agricultural exp. station, où des poussins alimentés exclusivement au maïs ont fini par mourir après une période où leur poids était resté stationnaire.

Pour une bonne incubation des œufs il faut une dose optima d'humidité. Lamson, au Connecticut Agricultural College, après de nombreuses observations, indique une humidité relative de 50 à 60 % comme la plus favorable à la réussite.

Enfin, pour terminer la revue des résultats récents en aviculture, citons la très curieuse expérience sur l'emploi de l'huile de foie de morue dans l'alimentation des jeunes poussins, faite par Hart, Halpin, et Steenbock (*Journ. of. biologic. chem.*, Baltimore, juin 1922. *Bull. de Rome*, décembre).

Un certain nombre de poussins divisés en plusieurs lots furent soumis au même régime, plus une petite quantité d'huile de foie de morue dans l'un des lots (50 gr. d'huile pour 1 kilo de nourriture). De 19 poussins du groupe sans huile, 8 moururent avant 8 semaines, et la plupart des autres avaient cet aspect chétif, plumes ébouriffées, faiblesse des jambes, que nous sommes accoutumés à voir chez nombre de poussins. Ceux du groupe avec huile vécurent tous, actifs et vigoureux. L'analyse du sang montra chez ces derniers une teneur en phosphore du sérum, deux fois plus élevée que dans le groupe sans huile. Influence des vitamines contenues dans l'huile de foie de morue en si grande quantité, comme l'on sait. La méthode est trop tentante dans un élevage où l'on a d'ordinaire une si forte mortalité, pour qu'on puisse hésiter un instant à l'essayer, à la condition de n'employer que des doses d'huile très faibles.

La Sériciculture continue d'occuper l'opinion et les sollicitudes de l'administration vont aux planteurs de mûriers et aux éleveurs de vers à soie. Dans un rapport de mission en Italie en 1921, M. Loubet, Inspecteur de l'exploitation des chemins de fer P. L. M., a fait connaître en France les techniques les plus avantageuses qui sont suivies de l'autre côté des Alpes. Il a décrit la fameuse station d'études de Padoue qui rend tant de services à cette région d'Italie où le ver à soie est une des principales productions agricoles, où l'on voit des plaines à perte de vue complantées en

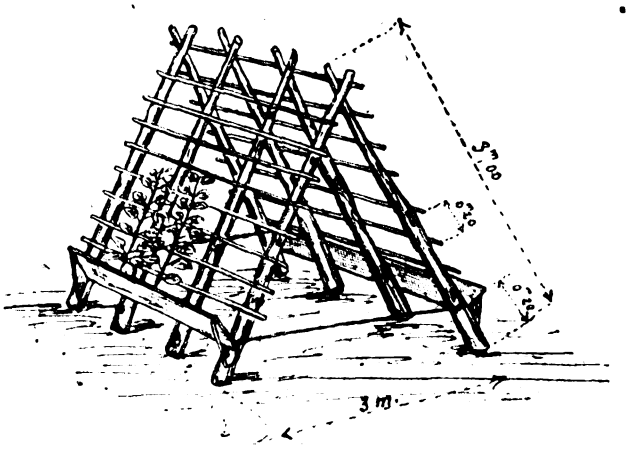


Fig. 136. — Cavallone rustique Gibertini pour l'élevage des vers à soie.

mûriers parfaitement alignés et que la ligne de Turin à Milan semble traverser sur plus de cent kilomètres, presque sans interruption. C'est donc bien en Italie qu'il est normal de trouver les plus importants travaux sur la sériciculture.

Parmi les méthodes d'élevage qui se sont répandues en Italie le système des *Cavallones* qui se généralise depuis 1914 est très avantageux. Après la 3e mue, les vers sont placés sur des chevalets spéciaux de grande taille dont nous connons un dessin, d'après le professeur Gibertini. Sur ces chevalets on place des rameaux feuillus sur lesquels les vers se développeront et trouveront leur nourriture.

M. Loubet donne des renseignements détaillés sur cet élevage et de nombreuses photographies qui font de ce rapport un guide excellent pour les sériciculteurs.

***

Le Service forestier du département d'agriculture des Etats-Unis a fait d'importantes recherches sur la conservation des graines de conifères. L'essai mérite d'être examiné, non seulement à cause des résultats décisifs qu'il a donnés, mais encore pour la méthode elle-même, qui peut servir de modèle.

Des graines de 6 variétés de conifères : *Picea Engelmanni*, *Pinus monticola*, *P. contorta*, *P. ponderosa*, *P. strobus*, *Pseudotsuga taxifolia*, furent réparties dans des lots ainsi formés : sachets en papier ordinaire, en papier paraffiné, en cotonnade,

Digitized by Google

en cotonnade huilée, bouteilles de verre à bouchons paraffinés. Les séries d'échantillons ainsi composées furent placées dans des caissettes de bois enveloppées d'un fin grillage pour éviter l'attaque des rongeurs et expédiées dans treize localités différentes, très éloignées les unes des autres à des altitudes très variées. Dans chaque station, trois séries de dépôts à trois températures différentes (cave, appartement, hangar ouvert). Les semences furent essayées 1, 2, 3, 4, 5 ans après ; chaque espèce donna lieu à 195 essais de germination. Résultats : au point de vue faculté comme au point de vue énergie germinative, conservation très supérieure à toutes les autres, lorsque les semences étaient dans des bouteilles bien fermées et hermétiques (bouchons paraffinés) ; lorsque la bouteille n'est pas hermétiquement close, les graines perdent très vite, c'est-à-dire en 1, 2 ou 3 ans, leur faculté germinative. La conservation était toujours meilleure dans les altitudes élevées où l'humidité est faible, mais la bouteille fermée conserve sa supériorité dans toutes les situations. La méthode est donc à appliquer dans bien des cas, elle a l'avantage d'être aussi simple qu'elle est efficace.

***

Parmi les recherches d'agronomie coloniale, signalons des études sur les graminées fourragères de l'Afrique australe. Mundy, Blackson et Flack ont publié des listes d'espèces introduites avec succès en Rhodésie. Certaines de ces plantes pourraient intéresser, au moins dans leurs régions d'altitude élevées, nos colonies voisines, Madagascar et la Réunion ; nous devons renoncer à citer les principales. Certaines sont riches en matières azotées comme *Setaria sulcata* (13, 31 %) et *Setaria aurea* (14 %) qui est commune dans les terrains frais et compacts de la Rhodésie. (*Bull. de Rome*, juillet 1922).

— Les problèmes du coton ne laissent pas de repos aux chercheurs qui veulent favoriser dans le monde entier une production abondante de cette matière première. On signale la capacité de production du Brésil qui se développe beaucoup, avec des rendements tout à fait élevés. De 600.000 quintaux en 1915-1916 le Brésil a produit 1.300.000 quintaux en 1921-1922. Les autres régions dont l'aptitude cotonnière a été reconnue sont : la Nigeria 16.000 balles exportées en 1920, capable d'en exporter dans un avenir prochain un million. Dans l'Ouganda on espère un développement comparable, de même qu'au Soudan.

En Erythrée, en Somalie, les Italiens poursuivent des essais déjà très importants. La Russie d'Asie avait, dans les cinq années d'avant guerre, doublé sa production et atteint 2.115.000 quintaux en 1915. En Egypte au contraire il y a diminution sous l'influence des maladies et des parasites, notamment du Pink bollworm (voir étude de M. Vayssière, *Revue Scientifique*, 14 oct. 1922). Aux Etats-Unis, comme en Egypte, diminution des surfaces consacrées au coton, diminution des rendements. Ces deux pays sont soumis aux dangers d'une trop longue culture qui a pour conséquence une aptitude de plus en plus réduite du sol à porter cette récolte, en même temps qu'une plus grande extension des maladies.

Tout comme dans nos exploitations agricoles ordinaires où nous avons des assolements en quelque sorte annuels, on doit envisager dans la répartition mondiale des cultures un assolement séculaire. Bien que les moyens actuels de communication ne puissent pas nous permettre facilement de concevoir la disparition d'une civilisation dans un territoire donné de l'univers, on doit profiter des facilités modernes des échanges pour se maintenir en une région déterminée, à la condition de modifier la méthode d'exploitation du sol.

— La culture de l'ananas, celle de la canne à sucre aussi, ont donné lieu aux Hawaï à des perfectionnements curieux. Le terrain qui porte les plantations est recouvert de papier dans lequel on a ménagé des trous pour mettre en terre les plants. On évite l'action nuisible des pluies sur la terre, les craquelures du sol par le soleil ; de plus, la température du sol pendant la nuit reste de 2 à 5° supérieure à celle du sol découvert ; enfin, on évite l'envahissement par les mauvaises herbes. L'augmentation du rendement obtenu a été considérable (supplément de 88 quintaux d'ananas à l'hectare). Enfin les frais de culture ont été réduits de 40 %. Une étude de M. Church in *The Florida grower* (mars 1922) rend compte de ces essais (*Bull. de Rome*, juin 1922).

— Les fougères arborescentes des îles Hawaï sont utilisées industriellement depuis peu de temps pour l'extraction de la fécule qu'elles contiennent. En principe toutes les fougères arborescentes contiennent un peu de fécule, mais souvent elle est mêlée à une matière résineuse qui rend l'extraction difficile. Ce sont celles qui appartiennent au genre *Cibotium* qui peuvent être utilisées : leur tronc abattu contient un cylindre de moelle de 10 cm. de diamètre et de 2 à 3 m. de longueur, pesant 22 à 27 kilos, et capable de fournir 4 à 5 k. de fécule. L'extraction se fait par broyage et tamisage puis décantation, comme dans la féculerie ordinaire. Une fabrique produit déjà 200 kilos de fécule par jour. Cette industrie nouvelle a été décrite par M. A. Marquès, consul de France (*Agronomie coloniale*, juin 1922).

— La culture des plantes à caoutchouc a traversé une phase difficile : il y a production abondante,

Digitized by Google

d'où diminution des cours, coïncidant avec une augmentation énorme de la main-dœuvre et des autres charges de l'exploitation ; aussi doit-on attacher une certaine importance au nouveau procédé de culture consistant à laisser pousser l'herbe dans les plantations. On a reconnu que le sarclage n'était pas du tout une cause d'augmentation de rendement ; au contraire les auteurs parlent de la supériorité de l'engrais vert sur le sarclage. (Maas J. et Rutgers A. *in mededelingen van het Prefstation*, Buitenzorg. *Bull. de Rome*, déc. 1922).

Enfin, l'application de la saignée alternée qui se généralise : saignée un jour sur deux ou sur quatre, un mois sur deux, même sur quatre, a favorisé la croissance des arbres, et réserve l'avenir des plantations d'Extrême-Orient (Carton, Le caoutchouc en Indo-Chine, *Agronomie coloniale*, fév. 1925).

— L'extraction des matières grasses d'un certain nombre de graines coloniales laisse des résidus contenant beaucoup d'huile dont l'extraction sur place est très difficile. L'épuisement des tourteaux au moyen des solvants a été difficile aux colonies — et même en France — tant qu'on n'avait à sa disposition que des solvants très volatils et très inflammables. Depuis quelque temps, on a mis au point l'emploi d'un dérivé chloré de l'éthylène, le trichlorure d'éthylène, produit ininflammable, de densité 1,48, bouillant à 87°. Ce produit est facilement et complètement entraîné par la vapeur d'eau lorsqu'on veut en débarrasser les tourteaux sur lesquels on l'a fait agir. Les essais concluants de ce solvant ont été faits à l'huilerie coopérative de Nîmes, sous la direction de M. Bonnet, directeur de l'Oléiculture.

***

La main-d'œuvre, de plus en plus rare presque partout, paraît encore abondante en Bretagne, à tel point que l'Etat et des œuvres privées cherchent à repeupler les départements du Sud-Ouest au moyen des familles paysannes en excédent dans la région bretonne. M. Beckerich (*Agriculture pratique*, 5 août 1922) a souligné l'intérêt qu'il y a de conserver en France cette main-d'œuvre française qui est prête à émigrer au Canada. En Dordogne, Tarn-et-Garonne, Gers, Lot-et-Garonne, 1311 membres de familles bretonnes ont été installés dans 226 exploitations, au total sur 8142 hectares on a constitué, en groupant autant que possible ces familles, des îlots de colonisation, dans le but d'éviter le développement du mal du pays. Inutile d'insister sur l'importance théorique et pratique de ces migrations intérieures.

Si l'étude des conditions biologiques de la production en agriculture est importante au premier chef pour la faire progresser, il est tout aussi nécessaire de tenir compte des conditions économiques, financières, pour être précis, de cette production. Ces dernières conditions sont impératives, elles encerclent toute la mise en œuvre des méthodes culturales. La Société des Agriculteurs de France a publié une évaluation des prix de revient pour le blé, la betterave et la pomme de terre. En 1912-1913 les frais étaient estimés par hectare : 638 fr. 95 pour le blé, avec rendement de 23 quintaux à 25 fr. 25 valant 609 fr. 50, plus 140 fr. de paille, ce qui donne un total de 749 fr. 50. D'où un bénéfice de 110 fr. 55 par hectare. En 1920-21 ces nombres sont : frais, 2155 fr., blé et paille 2170 fr. (26 quintaux à 70 fr.) d'où un bénéfice net de 48 fr. seulement.

Pour la betterave, on relève un déficit de 41 fr. 55 en 1913 et de 787 fr. 50 par hectare en 1920. Chacun sait que la culture de la betterave sucrière ne donne pratiquement pas de bénéfice et qu'elle a seulement pour résultat l'augmentation des rendements en blé cultivé l'année suivante sur le même sol. Mais comment le meilleur blé pourrait-il supporter ce handicap de 787 fr. 50 par hectare ?

Pour la pomme de terre, de 470 fr. par h. en 1913 le bénéfice tombe à 141 fr. en 1920.

Quant au lait, qui a fait l'objet d'une étude minutieuse également, son prix de revient passe de 22 centimes à 1 fr. 10 par litre.

— La production comparée des grandes et des petites exploitations rurales est tellement à l'ordre du jour en France qu'il n'est pas inutile de regarder ce que l'on a constaté à ce sujet en d'autres pays. L'enquête publiée par M. Hoijer pour la Suède (*Bull. de Rome*, sept. 1922) montre que, dans ce pays également, les grandes fermes rendent beaucoup plus que les petites, bien que l'intensité de la culture y semble inférieure. Ce sont donc avant tout les grandes exploitations qui contribuent au ravitaillement national.

Un moyen incontestable de favoriser la production agricole serait le remembrement du territoire dans les régions de petite propriété morcelée. Ce remembrement a été en somme forcé dans les régions dévastées où les intéressés lui ont reconnu les plus grands avantages, tant il est vrai qu'on obéit plus volontiers aux circonstances matérielles qu'aux suggestions des hommes.

***

Cette promenade au milieu des études agronomiques de ces dernières années ne nous a fait connaître qu'un petit nombre de résultats nouveaux obtenus. Beaucoup d'autres méritent encore de retenir notre attention, sans prétendre, le moins du monde, les passer tous en revue.

Laurent RIGOTARD,
Ingénieur agronome, agriculteur.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juillet et Août 1925). — *Théorie des fonctions.* — 1. Dans le plan xOy M. *N. Lusin* appelle universel tout ensemble analytique tel qu'en le coupant par des parallèles à Oy on obtienne tous les ensembles analytiques linéaires possibles. — L'auteur démontre l'existence effective d'un tel ensemble; il termine par des remarques sur des cas où le complémentaire d'un ensemble donné peut être défini *positivement*.

2. Dans une seconde Note, à propos des complémentaires des ensembles analytiques, l'Auteur suggère ce qu'il appelle la méthode des résolvantes : un problème P est mis en résolvante si l'on peut nommer, au sens de M. Lebesgue, un ensemble de points E tels qu'on sait résoudre affirmativement P lorsqu'on peut nommer un point de E, et négativement lorsqu'on peut montrer que E est vide.

Analyse. 1. Soient $\lambda_{n_1},\ldots,\lambda_{n_i}$ les multiples d'un nombre p qui sont contenus dans la suite (λ_n); si pour $0<s<1$ la série $\Sigma \frac{1}{\lambda_n^s}$ converge, la série $\Sigma a_n x^{\lambda_n}$ a au moins deux points singuliers sur le cercle de convergence; et *M. Mandelbrojt* indique, dans cette direction, d'autres extensions de ses résultats précédents.

2. Généralisant un résultat de M. Boussinesq, M. *René Lagrange* montre que « l'équation $\Delta^p F = 0$ admet $2p$ premiers ordres à l'intérieur d'un contour C et prend une solution au plus, continue ainsi que ses dérivées devenant sur C ainsi que ses dérivées des $p-1$ premiers ordres des valeurs données ».

3. M. *Nicolas Kryloff* étudie la convergence de la méthode proposée par M. Boussinesq pour l'intégration de l'équation $y'' + A(x)y = f(x)$, — avec $y\ (a) = o = y(b)$.

4. M. *W. Stepanoff* étend aux fonctions mesurables, puis aux fonctions sommables, et aux fonctions à carré sommable la notion de fonctions presque périodiques proposée par M. H. Bohr.

5. Supposons que les fonctions $f_1(x)$ et $f_2(x)$, uniformes dans le voisinage de $x=\infty$, admettent ce point comme singularité essentielle isolée; s'il existe alors cinq valeurs distinctes, finies ou non, de z, telles que les équations $f_1 = z$, $f_2 = z$ admettent pour $|x| > r_0$ les mêmes solutions, M. *Rolf Nevanlinna* en déduit ce résultat bien remarquable : les deux fonctions sont identiques. Le nombre des solutions communes peut se réduire à zéro; et le théorème cesserait d'être exact si l'on se bornait à quatre valeurs de z.

6. Avec M. *Alexandre Rajchmann* posons, à partir de la série $\sum_1^\infty u_n$: $v_n^0 = u_n$, $v_n^k = \sum_m^\infty v_m^{k-1}$; si les séries $\sum_{n=1}^\infty v_n^k$ sont convergentes $(0 \leqslant k \leqslant p-1)$, la convergence de la série Σu_n sera dite p-uple. Cette notion s'applique aux séries trigonométriques; ainsi, en tout point régulier du cercle de convergence, une série de Taylor à coefficients tendant vers o est à convergence multiple d'ordre infini.

7. Soient $ff(x; z_1,\ldots,z_p) = 0$ des fonctions admettant par rapport à x la période 2π; les z_k satisfont à un système différentiel; M. *R.-H. Germay* recherche les solutions asymptotiques aux Z_K, et généralise ensuite le problème précédent.

8. A l'aide de notions introduites par M. F. et R. Nevanlinna, M. *André Bloch* obtient ce résultat important : si l'ordre d'une variété algébrique à p dimensions, sans singularités, dans l'espace à $p+1$ dimensions dépasse un nombre Mp dépendant uniquement de p, elle n'est pas uniformisable par les fonctions méromorphes.

Géométrie infinitésimale. 1. A propos d'une inexactitude relevée chez S. Lie par M. Lainé, M. *Bertrand Gambier* énonce divers résultats, et notamment celui-ci : la torsion et la courbure des courbes d'un complexe non linéaire, issues du point P dans la même direction, sont liées en P par une même relation linéaire.

2. Mlle *Sylvie Creanga* signale diverses propriétés des courbes tracées sur une surface et de courbure normale constante.

Hydrodynamique. 1. M. *Eydoux* propose une méthode nouvelle pour déterminer graphiquement les traces méridiennes des aubes des turbines; la méthode repose sur le tracé de trois familles de courbes dont les deux premières sont dues à Prasil, et dont la troisième résulte de la connaissance (expérimentale) de la loi de variation de l'énergie.

2. Appliquées aux fluides visqueux, les lois de Navier conduisent à des équations de similitude dont M. *Escande* a pu vérifier l'exactitude.

Cinématique appliquée. En combinant cinq types d'appareils articulés, M. R. *Roudaire-Miègeville* parvient à calculer mécaniquement toute somme de la forme ΣAxy^j; on peut ainsi résoudre graphiquement toute équation algébrique.

Élasticité. La méthode de la variable complexe permet à M. *Kolossoff* de traiter un grand nombre de problèmes d'élasticité à deux dimensions et de retrouver ainsi des résultats de MM. de Belaevsky, Mesnager, Flamant.

Calculs des probabilités. 1. Récemment, M. *V. Romanovsky* a ramené la solution du problème des moments du 2e ordre d'une série d'épreuves à la résolution d'une équation intégrale; ce même problème, M. *R.-A. Fisher* l'avait traité en 1915; il montre que sa solution satisfait bien à l'équation de M. Romanovsky.

2. A propos d'une Note récente de M. Soubbotine, M. *Maurice Fréchet* indique les résultats qu'il a obtenus au sujet de la forme la plus générale de la fonction d'erreur.

3. M. *Ragnar Frisch* calcule les semi-invariants de Thiele pour les distributions binomales discontinues; leurs valeurs présentent certaines analogies avec les nombres de Bernoulli généralisés. René GARNIER.

Astronomie

La physique solaire et les éclipses. — « L'influence du soleil sur ce monde, a écrit Képler, influence incroyable et presque divine d'où dérivent ici-bas tout mouvement et toute vie, tout ordre et tout ornement de la Nature, est telle que, plus on la considère et plus on la trouve merveilleuse. De là, pour le philosophe, l'obligation de mettre en œuvre toutes les ressources de son esprit, afin de s'élever à une théorie digne d'un pareil sujet. »

On ne saurait mieux dire, et le Soleil est assuré

Digitized by Google

ment le plus beau sujet d'étude qui puisse s'offrir à l'esprit humain. Les simples, eux, n'ont pas cherché à découvrir sa nature, ils se sont bornés à faire de l'astre du jour une divinité. En particulier, sous le nom d'Heol, le soleil était adoré par nos aïeux les Celtes, qui allumaient en son honneur de grands feux le jour du solstice d'été. Cette coutume subsiste encore, et, dans nos campagnes, les feux de la Saint-Jean attestent chaque année la persistance des traditions, même voilées par un culte nouveau.

Pour les peuples qui avaient une religion plus évoluée, le Soleil seul avait paru digne d'être le séjour du Tout-Puissant : « *In Sole thronum posuit Altissimus* », dit l'Ecriture.

Notre Soleil doit être classé parmi les étoiles qu'on qualifie de *naines*. La magnifique étoile Sirius, l'ornement de nos nuits d'hiver, est, en réalité, 1.500 fois environ aussi volumineuse que le Soleil, et si un observateur pouvait se transporter à la distance qui nous sépare de Sirius, il aurait perdu le Soleil de vue bien avant d'avoir atteint son but. Ajoutons que nous ne connaissons qu'une très petite partie de l'Univers, et que Sirius n'est certainement pas le plus colossal de tous les astres.

Quoi qu'il en soit, jusqu'à une époque encore récente, savants et ignorants s'accordaient à regarder le Soleil comme formé d'une matière pure et incorruptible, absolument différente de celles que nous pouvons voir sur notre misérable globe. Aussi, la surprise fut-elle générale, quand, au commencement du dix-septième siècle, on découvrit que le Soleil présentait des taches. — Il fallut cependant s'incliner devant l'évidence et se résigner à admettre l'existence de ces taches.

Expliquer leur nature était difficile; aussi, les diverses explications que l'on en proposa étaient-elles contradictoires. Leur observation toutefois nous apprit que le Soleil était animé d'un mouvement de rotation autour de son axe et de même sens que la rotation diurne de la Terre. Plus tard, on reconnut que la vitesse de rotation des diverses zones solaires n'est pas absolument la même, d'où cette conclusion importante que le Soleil n'est pas un corps solide.

L'étude de ces phénomènes était à peu près abandonnée, quand un apothicaire allemand, Schwabe, de Dessau (1789-1875), s'avisa d'en dresser la satistique, et il y consacra tous les loisirs que lui laissait son officine. Il publiait les résultats de ses observations dans les *Astronomische Nachrichten*, au grand désespoir du rédacteur en chef de ce journal qui ne croyait pas que de ces chiffres qui prenaient tant de place, on pût jamais conclure quelque vérité utile. — Schumacher se trompait : vers 1850, plusieurs astronomes reconnurent que le phénomène des taches est périodique, et que la durée de sa période est environ 11 ans et 1/9. D'où cette conséquence qu'il faut ranger notre Soleil parmi les étoiles périodiques, telles que l'étoile Algol, dont les variations sont d'ailleurs bien plus considérables, puisque cette étoile, parfois tout à fait invisible, peut atteindre la troisième grandeur.

Et il y a un phénomène terrestre important qui est soumis à cette même loi de périodicité, avec la même durée de période. C'est celui de la variation diurne de l'aiguille aimantée. Cette découverte fut faite en 1852 par un savant anglais, Sabine, et par deux Suisses, R. Wolf et A. Gautier, sans qu'aucun des trois eût connaissance des travaux des deux autres.

Ajoutons que parfois de violents orages magnétiques rendent impossibles les communications télégraphiques sur presque toute la surface du globe et qu'alors on remarque de grandes taches sur le disque solaire.

Enfin, pour achever de montrer l'intérêt pratique de l'étude des taches du Soleil, nous dirons que, selon M. Faye, ces taches sont des tourbillons tout à fait analogues aux cyclones qui, trop souvent, ravagent notre planète; seulement, ces cyclones solaires, nous les voyons par le dehors, à l'inverse des nôtres. — Ce phénomène est si important pour nous, que nous ne devons rien négliger de ce qui peut nous apporter des lumières sur son origine et les lois de son mouvement.

Depuis trois quarts de siècle environ, l'étude des éclipses totales de Soleil a beaucoup ajouté aux notions que nous possédions sur cet astre.

Ces phénomènes sont très rares en un lieu donné; c'est ainsi qu'à Paris, on n'en a pas vu depuis 1724, et il n'y en aura pas avant 2026. — De plus, la durée de la totalité est très courte, elle ne peut dépasser 7 m. 58 s. à l'équateur et 6 m. 10 s. à Paris. Heureusement, grâce à la facilité des communications, les astronomes d'aujourd'hui peuvent, le plus souvent, se rendre dans les contrées les plus lointaines, à peu près inaccessibles pour leurs devanciers.

C'est ainsi que, le 18 août 1868, il devait se produire une éclipse totale visible dans l'Hindoustan et l'Indo-Chine. Le Bureau des Longitudes confia une mission à Pierre-Jules-César Janssen (1824-1907), ancien commis de banque qui s'était instruit par ses propres efforts et était devenu un physicien des plus habiles. L'analyse spectrale, dont la découverte était alors toute récente, n'avait pas de secret pour lui. Déjà, il avait fait ses preuves, et, notamment, il avait étudié la lumière du soleil, à l'occasion d'une éclipse annulaire qu'il alla observer en Italie sur les bords de la mer Adriatique. De là, il se rendit en Sicile, et ayant fait l'ascension de l'Etna, les observations qu'il fit sur son sommet lui permirent d'annoncer l'existence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de Mars.

De son côté, l'Observatoire de Paris avait organisé une autre mission formée d'astronomes dans la fleur de la jeunesse. C'étaient MM. Rayet (1839-1906), Tisserand (1845-1896) et Stéphan. Un lieutenant de vaisseau, M. Chabirand, et un ingénieur hydrographe, M. Hatt, plus tard membre de l'Institut, leur avaient été adjoints.

Cette mission alla observer à Wha-Tonne, dans la presqu'île de Malacca, tandis que M. Janssen se rendait à Guntoor, dans l'Inde anglaise, où il fut accueilli avec la plus grande amabilité par la famille Lefaucheur, d'origine française, et fixée dans l'Inde depuis le dix-huitième siècle, ce qui prouve, soit dit en passant, qu'il n'est nullement impossible aux Français de vivre et de fonder des familles durables dans les pays tropicaux.

Enfin, l'Angleterre, qui a tant fait pour les sciences, était restée fidèle à ses traditions et avait envoyé deux missions; le chef de l'une portait un nom illustre, c'était le lieutenant Herschel, l'autre, placée sous la direction du major Tennant, s'était, comme M. Janssen, établie à Guntoor.

Voici, très résumé, le résultat des observations obtenues par ces divers astronomes :

M. Herschel constata que le spectre des protubérances est formé de trois lignes brillantes. M. Tennant en vit cinq, M. Janssen, cinq ou six, enfin, M. Rayet, le futur directeur de l'observatoire de Bordeaux, fut le plus heureux de tous; il vit nettement neuf lignes brillantes, qu'il put assimiler aux raies connues du spectre solaire.

Ces observations prouvaient, d'une manière irréfutable, que les protubérances sont formées de gaz incandescents, qu'elles ont toutes une composition chimi-

Digitized by Google

que analogue, enfin, qu'elles renferment de l'hydrogène.

Un astronome amateur anglais, Sir Norman Lockyer (1837-1920), n'avait point fait le voyage de l'Inde pour observer l'éclipse. Il avait été retenu à Londres par les fonctions qu'il remplissait au ministère de la Guerre. Mais ses pensées n'en étaient pas moins dirigées vers ce grand phénomène, qu'il ne devait pas voir. Il lui vint à l'esprit qu'il serait possible d'observer les protubérances en dehors des circonstances d'une éclipse totale. Il y arriva le 20 octobre 1868. La lettre par laquelle il donna connaissance à l'Académie des Sciences de Paris de cette belle découverte fut lue dans la séance du 26 octobre.

Mais, en cette même séance, l'Académie reçut une autre lettre, que M. Janssen lui avait adressée de Guntoor. Il avait, en cette localité, le 19 août, fait la même découverte que Lockyer, si bien que, pour lui, la véritable éclipse avait eu lieu le 19 août et non pas le 18, le ciel s'étant couvert à Guntoor après la fin de celle-ci.

Pour honorer à la fois les deux illustres rivaux, qui furent bientôt amis, l'Académie fit frapper, en leur honneur, une médaille où l'on voit leurs deux effigies.

Depuis, on a eu l'occasion d'observer un certain nombre d'éclipses totales de soleil; cela fut pour Janssen, ainsi que pour Sir N. Lockyer, l'occasion de se transporter dans les contrées les plus diverses. Nos connaissances sur le Soleil, et, en particulier, sur l'immense atmosphère qui entoure cet astre, se sont prodigieusement accrues, grâce à l'observation de ces phénomènes.

De ceux-ci, nous ne retiendrons que deux. Le premier est l'éclipse du 22 décembre 1870, qui eut lieu pendant le siège de Paris. M. Lockyer avait fait des démarches auprès des autorités allemandes pour obtenir que Janssen fût autorisé à sortir de Paris dans l'intérêt de la science, mais, ne voulant rien demander à l'ennemi, et d'ailleurs chargé d'une mission politique par le Gouvernement français, l'astronome quitta Paris en ballon, et, après un voyage dont il a raconté les péripéties, atteignit son but et alla observer avec succès en Algérie.

Son nom devint populaire, et cette popularité ne nuisit pas à la création du superbe observatoire de Meudon.

En 1905, le 30 août, devait avoir lieu une magnifique éclipse, visible en Espagne et en Algérie. Trois vétérans de l'astronomie physique prirent part à son observation. Bien que très affaibli par la maladie qui devait l'emporter l'année suivante, M. Rayet se rendit à Burgos, où il n'eut pas le bonheur d'être favorisé par l'état du ciel comme il le méritait. MM. Janssen, à Alcosèthre, près de Valence, et Stéphan, à Guelma, furent plus heureux.

M. Janssen est mort le 23 décembre 1907 et on a élevé à sa mémoire un beau monument à Meudon.

T. Doublet.

Physique

Propagation des explosions. — 1. Les premières expériences sur la propagation de la combustion dans les mélanges gazeux datent d'un siècle environ. C'est Humphrey Davy qui, le premier, les a entreprises au cours de ses recherches « Sur l'air inflammable des mines de charbon ». Il détermina, d'une manière très approximative, il est vrai, le temps que met le mélange le plus combustible d'air et de grisou à parcourir un tube d'un pied de longueur (30,5 cm.) et d'un quart de pouce de diamètre (6,3 mm.); il trouva qu'il fallait plus d'une seconde pour que la flamme parvînt d'une extrémité à l'autre du tube. Il ne fit pas d'autres mesures sur ce sujet; mais, c'est à la suite de ces recherches qu'il découvrit la propriété des tubes étroits et des toiles métalliques d'arrêter la propagation des flammes, et qu'il imagina les lampes de sûreté.

Plus tard Bunsen (1866) étudia la propagation de la flamme dans le mélange oxy-hydrique; Mallard (1875), dans les mélanges d'air et de grisou; F. de Benevides (1880), dans les mélanges d'oxygène et de divers gaz; Gouy (1879), dans les mélanges de gaz d'éclairage et d'air.

Dans toutes ces expériences, la propagation de la combustion se faisait par transmission de la chaleur d'une tranche du mélange explosif à la tranche suivante; c'est le mode de propagation par conductibilité. Il correspond à la déflagration du mélange combustible. C'est la propagation normale de l'inflammation dans les mélanges gazeux. La vitesse de propagation de la combustion dépend de la vitesse avec laquelle se transmet la chaleur d'une tranche d'explosif à la suivante, c'est-à-dire, entre autres facteurs, de la conductibilité du mélange, de sa chaleur spécifique, ainsi que des surfaces refroidissantes du récipient dans lequel a lieu la combustion.

En 1881-1882, au cours de leurs expériences sur la vitesse de propagation des phénomènes explosifs dans les gaz, Berthelot et Vieille mesurèrent des vitesses de beaucoup supérieures à celles que l'on avait observées jusque-là. Ils furent ainsi conduits à envisager un nouveau mode de propagation des phénomènes explosifs, la propagation par onde explosive », dont le mécanisme est le suivant : une tranche du mélange gazeux étant amenée à une pression élevée, il en résulte que sa température croît jusqu'au moment où le mélange ayant atteint sa température d'inflammation, la combustion a lieu; cette tranche comprime à son tour la tranche suivante qui brûle également, et ainsi de suite, de sorte que, dans l'onde explosive, la combustion se transmet par la propagation d'une pression élevée. Il y a juxtaposition du phénomène mécanique et du phénomène chimique, c'est-à-dire que l'onde explosive est caractérisée par la réunion de l'ébranlement mécanique et de la flamme.

La différence capitale entre l'onde sonore et l'onde explosive est que l'onde sonore est transmise de proche en proche avec un excès de pression très petit et une vitesse déterminée par la seule constitution physique du milieu vibrant, vitesse qui est la même pour toute espèce de vibration. Au contraire, c'est le changement de constitution chimique qui se propage dans l'onde explosive et qui communique au système en mouvement un excès de pression considérable. Aussi la vitesse de l'onde explosive est-elle tout à fait différente de celle des ondes sonores transmises dans le même milieu; alors que, dans le mélange détonant d'hydrogène et d'oxygène, l'onde sonore se propage à la vitesse de 514 m. par seconde, l'onde explosive atteint la vitesse de 2.810 m. par seconde; la vitesse de l'onde explosive est de beaucoup supérieure à celle du son. Mais, alors que dans le phénomène sonore c'est un train d'ondes qui se propage, le phénomène explosif, ne donne lieu qu'à une seule onde.

La propagation de l'onde explosive a encore été étudiée successivement par Mallard et Le Châtelier, Dixon, etc...

2. L'étude de la propagation des explosions dans les explosifs solides est d'origine plus récente. Avant la découverte de l'onde explosive dans les gaz, Roux et Sarrau avaient, en 1873, distingué pour la dynamite deux modes différents d'explosions, l'un qu'ils appelaient l'explosion du premier ordre ou détonation, l'autre l'explo-

Digitized by Google

sion du second ordre, ou déflagration, analogue à l'explosion de la poudre noire. Les explosions du premier ordre ne pouvaient être provoquées que par une percussion suffisante ou par amorçage à l'aide du fulminate de mercure; celles du second ordre se produisaient par inflammation.

Les premières mesures de la vitesse de propagation de la détonation dans les explosifs solides et liquides ont été entreprises par la Commission des Substances explosives; elles ont fait le sujet d'un mémoire de Berthelot, paru en 1885. Les expériences ont porté sur le coton-poudre, la dynamite, la nitro-glycérine liquide, etc... La vitesse de détonation du coton-poudre a été trouvée égale, en moyenne, à 5.200 m. par seconde environ; celle de la nitro-glycérine à 1.800 m. et celle de la dynamite à 2.700 m. environ. Ces expériences ont été reprises et perfectionnées par Mettegang, Kast, Dautriche, etc...

3. En un mémoire récent, M. Laffite (*Thèse*, Paris, 1925) a étudié, par la méthode d'enregistrement photographique, les mélanges gazeux détonants et les explosifs solides. Dans les mélanges gazeux explosifs, il a complété les connaissances que l'on possédait sur la formation et la propagation des ondes explosives planes; il a étudié, en particulier, l'influence qu'exerce le diamètre du tube dans lequel se propage le phénomène explosif sur la longueur de la période de combustion qui précède la naissance de l'onde explosive; il a montré que cette longueur est une fonction croissante du diamètre du tube.

La vitesse de l'onde explosive est une fonction légèrement décroissante de la température.

Dans les explosifs gazeux, M. Laffite a mis en évidence et photographié une onde explosive sphérique, alors que toutes les expériences antérieures avaient porté sur des ondes pouvant être considérées comme planes, car elles se propageaient dans des tubes cylindriques de faible diamètre (inférieur à 25 mm. environ) pour des tubes de quelques mètres de longueur.

En photographiant un tube de verre contenant un explosif solide sur une partie seulement de sa longueur, M. Laffite a observé que l'atmosphère du tube est lumineuse sur une grande longueur au delà de la colonne d'explosif. Il a attribué cette luminosité à une « onde de choc » ou de compression se propageant dans l'atmosphère du tube au delà de l'explosif. Sa vitesse de propagation est considérable (de l'ordre de 7.000 m./sec.) supérieure à la vitesse de propagation de la détonation au sein de l'explosif, mais elle s'amortit assez rapidement. Sa température est très élevée, comme l'indiquent certaines observations spectrographiques.

A. Bc.

Spectroscopie

Variation des longueurs d'onde dans les spectres d'émission. — On a cru pendant longtemps que, dans un spectre d'émission, les raies relatives à un élément avaient une position indépendante des conditions dans lesquelles l'élément est rendu lumineux. Cela peut être considéré comme très approximativement vrai pour la plupart des applications. Toutefois, des mesures précises ont montré que les raies d'un élément donné éprouvaient de très petits déplacements ou subissaient des variations de largeur sous l'influence d'un certain nombre de facteurs. Mentionnons brièvement les plus importantes :

1. *Effet de pression.* — La longueur d'onde des raies dépend de la pression qui règne dans la source lumineuse. La nature du gaz qui produit la pression ne paraît pas avoir d'influence notable; l'effet se produit aussi bien sur les raies d'absorption que sur les lignes d'émission, aussi bien sur l'arc électrique que sur les flammes. Lorsque la pression augmente le déplacement a lieu vers le rouge; l'accroissement de longueur d'onde est sensiblement proportionnel à l'accroissement de pression. L'emploi de méthodes interférentielles pour la mesure des longueurs d'onde permet de mettre en évidence les déplacements relatifs à de faibles variations de pression, par exemple, entre le vide et la pression atmosphérique.

2. *Effet d'impureté.* — La position d'une raie est légèrement altérée lorsque le corps qui la produit n'entre qu'en très faibles proportions dans le gaz lumineux (raies d'impuretés). L'écart, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, a été constaté sur les raies du baryum et sur celle du manganèse produites dans l'arc entre tiges de fer, et dans la raie rouge du cadmium produite par une lampe au mercure contenant un peu de cadmuim.

3. *Effet d'isotopie.* — Soddy a donné le nom d'*isotopes* à des éléments ayant des masses atomiques différentes mais absolument identiques par l'ensemble de leurs propriétés physiques et qu'aucune des méthodes utilisées jusqu'ici n'a permis de séparer nettement, dans un mélange. C'est la radioactivité qui a révélé l'existence de tels éléments : le mésothorium 1 et le radium, le thorium et le radio-thorium, le plomb et le radium D, l'ionium et le thorium, etc., sont des éléments isotopes, entre lesquels les seules différences nettement constatées sont celles de leurs masses atomiques et de leurs vies moyennes. L'analyse par la méthode des rayons positifs a montré qu'un grand nombre de corps, considérés jusqu'alors comme simples, sont formés de deux ou plusieurs constituants isotopes : le chlore, de masse atomique 35,5, apparaît comme un mélange de deux constituants de masses atomiques 35 et 37; le magnésium, de masse atomique 24, 32, est formé de trois isotopes de masses atomiques, 24, 25, 26; le plomb a une masse atomique différente suivant qu'il s'agit du plomb vulgaire ou du plomb extrait des minerais radio-actifs.

Un grand nombre de travaux ont été consacrés à rechercher s'il n'existerait pas de légères différences entre certaines propriétés physiques ou chimiques des isotopes. Les spectres sont, à coup sûr, extrêmement voisins, toutefois des comparaisons précises, portant sur des spectres dont les raies avaient été rendues aussi fines que possible en faisant régner dans la source une pression très faible, ont mis en évidence de très petits écarts dans les raies des spectres des deux variétés de plomb isotopes.

4. *Effet Doppler-Fizeau.* — Étant donné une source de vibrations et un observateur animés de mouvements relatifs l'un par rapport à l'autre, le nombre de vibrations que reçoit l'observateur par seconde dépend de ce mouvement relatif : il est plus grand quand la source et l'observateur s'approchent l'un de l'autre, plus petit quand ils s'éloignent. C'est ainsi que le son émis par le sifflet d'une locomotive est perçu plus aigu qu'il ne l'est en réalité quand la locomotive s'approche de l'observateur, plus grave quand elle s'en éloigne et varie brusquement de hauteur quand la locomotive passe devant l'observateur. Ces résultats ont été énoncés par Doppler (1842) (1). Quelques années plus tard, reprenant le travail de Doppler, Fizeau l'étendit aux vibrations lumineuses. Il établit théoriquement que tout déplacement relatif d'une source lumineuse et d'un observateur, qui

(1) Dans une communication de 1839 intitulée : *Remarques sur quelques points de théorie des radiations*, Biot paraît avoir fait au sujet de la lumière un raisonnement analogue à celui de Doppler qu'il aurait ainsi devancé.

Digitized by Google

a pour effet de faire varier leur distance, modifie les longueurs d'onde des radiations reçues par l'observateur et, par suite, la position des raies dans le spectre. Le déplacement de la raie dépend de la composante de la vitesse dirigée le long du rayon qui va de la source à l'observateur (vitesse radiale).

Si v est la projection de la vitesse relative sur le rayon lumineux et c la vitesse de la lumière, l'altération subie par une radiation de longueur d'onde λ est $\frac{v}{c}\lambda$.

Comme la vitesse c est très grande, le changement produit est toujours très faible avec les vitesses que l'on peut réaliser dans les laboratoires. Aussi, la vérification du principe de Doppler-Fizeau a-t-elle été faite d'abord par des observations astronomiques, soit dans le cas où la source et l'observateur ont un mouvement relatif, soit dans celui où il s'agit d'un corps mobile qui diffuse la lumière solaire. Fabry et Buisson ont pu constater la variation de longueur d'onde indiquée par la théorie, en étudiant, par une méthode de spectroscopie interférentielle, les radiations d'une lampe à vapeur de mercure diffusée par un disque de papier animé d'une vitesse de rotation rapide. Examiné sous une incidence très oblique, le disque apparaît sous la forme d'une ellipse très allongée dont une extrémité du grand axe s'approche de l'observateur tandis que l'autre s'en éloigne; les longueurs d'onde des radiations diffusées par ces extrémités présentent entre elles un écart en excellent accord avec la théorie.

5. *Effet Zeeman.* — En 1896, Zeeman a découvert que la lumière d'une source est profondément modifiée par l'action d'un champ magnétique intense. Dans le cas le plus simple, chaque raie spectrale donne deux ou trois composantes, qui émettent, non plus de la lumière naturelle, mais de la lumière polarisée, caractérisée par une vibration dont la direction dépend d'une manière simple de la direction de la force magnétique. Ces diverses particularités s'interprètent bien en admettant qu'il existe dans chaque atome un électron vibrant, dont le mouvement, sensible à l'action d'un champ magnétique, est la cause de l'émission de lumière (théorie de Lorentz). La mesure des distances des composantes dans une ligne triple permet de calculer le rapport $\frac{e}{m}$ de la charge à la masse de la particule; elle fournit une valeur identique à celle obtenue dans l'étude des rayons cathodiques.

Toutes les raies d'une même série spectrale sont décomposées d'une manière identique. On sent qu'il doit exister, dans les mouvements des électrons que contiennent les atomes, une merveilleuse régularité qui peut se manifester quand le mouvement est modifié par la force magnétique.

6. *Effet Stark.* — J. Stark a découvert, en 1913, que le champ électrique peut également décomposer les raies spectrales. La plus grande difficulté expérimentale a résidé dans l'application du champ électrique. Les gaz luminescents étant conducteurs ne permettent pas le maintien d'un champ électrique intense; cependant, en utilisant les rayons positifs produits dans un tube à gaz raréfié, Stark a pu appliquer, dans un petit espace, des champs électriques intenses et découvrir que, dans ces conditions, les raies sont modifiées. Ce sont surtout les raies diffuses des spectres qui sont le plus fortement influencées. La décomposition magnétique n'accuse pas une différence aussi nette entre les diverses sortes de raies. Les phénomènes produits sur les raies spectrales par les champs électrique et magnétique sont très dissemblables dans leurs détails; la seule analogie semble être que, dans les deux cas, les raies modifiées correspondent à de la lumière polarisée.

La décomposition des raies spectrales par le champ magnétique et le champ électrique constitue un des nombreux faits que doit permettre d'interpréter toute hypothèse sur la structure de l'atome. A. Bo.

Électricité

Supra conductibilité. — La résistance électrique des métaux diminue avec la température d'environ $\frac{1}{250}$ de sa valeur par degré. Dans l'air liquide, la résistance est très inférieure à ce qu'elle est aux températures ordinaires; celle du cuivre, par exemple, est cinq fois plus petite qu'à 0°. Dans l'hydrogène et surtout dans l'hélium liquides, la diminution de la résistance est plus impressionnante encore; elle éprouve, en outre, dans quelques cas, une variation discontinue découverte par Kamerlingh Onnes en 1911.

La résistance d'un filament de mercure pur enfermé dans un tube capillaire de verre, après avoir décru régulièrement jusque vers 4°2 absolus, tombe brusquement à une valeur pratiquement nulle. La résistance devient donc infiniment petite et son inverse, la conductibilité, infiniment grande. Suivant l'expression proposée par Kamerlingh Onnes, le métal devient *supra conducteur*.

Cette supra conductibilité a été constatée chez d'autres métaux. Elle apparaît à 6°9 absolus pour le plomb et pour le radium G, à 3°8 absolus pour l'étain, à 2°3 absolus pour le thallium.

L'importance d'un tel phénomène est facile à concevoir. A partir du moment où est réalisée la supra conductibilité, la chaleur dégagée par le passage du courant qui, d'après la loi de Joule, est proportionnelle au produit de la résistance par le carré de l'intensité, est elle-même pratiquement nulle. Toutefois lorsqu'on augmente de plus en plus l'intensité du courant, on constate qu'au-dessus d'une certaine limite le conducteur perd sa supra conductibilité et devient brusquement le siège d'un dégagement de chaleur. De même, quand on soumet le fil à l'action d'un champ magnétique croissant, il arrive un moment où il cesse d'être supra conducteur; cela se produit pour le plomb dans un champ de 600 gauss environ, pour l'étain dans un champ beaucoup plus faible.

Des courants très intenses, dont la densité a atteint dans quelques expériences la valeur énorme de 1.200 ampères par mm², circulent dans le fil sans y provoquer aucun échauffement sensible. L'énergie électrique pourrait donc se transmettre à distance sans aucune perte dans la ligne, c'est-à-dire sans dégradation. Mais il y a plus : si l'on produit dans un circuit un courant électrique et qu'on supprime la cause qui l'engendre, le courant persiste, en l'absence de toute force électro-motrice, pendant un temps qui peut être très long, de l'ordre de plusieurs heures dans une expérience réalisée par Kamerlingh Onnes.

Les deux faits essentiels de la supra conductibilité sont les suivants : 1° la résistivité est extrêmement faible; 2° c'est brusquement qu'à une certaine température la résistivité tombe d'une valeur finie à une valeur pratiquement nulle. Il ne semble pas que la discontinuité qui apparaît à cette température dans les propriétés électriques puisse être attribuée à un changement d'état allotropique : ainsi, ni les constantes élastiques, ni la chaleur spécifique, ni la conductibilité calorifique ne

Digitized by Google

prouvent de variations brusques au point de discontinuité.

Les phénomènes de supra-conductibilité nous amènent à modifier les idées courantes sur la collision des électrons avec les atomes et leur libre parcours. En particulier, la conception d'un libre parcours rectiligne semble difficile à conserver. En calculant ce parcours à la manière ordinaire avec les données de la supra conductibilité, on obtient des longueurs invraisemblables qui, dans quelques cas, sont plus de dix mille fois le diamètre des fils minces sur lesquels on a opéré. Même en n'utilisant pour constituer un trajet, que les droites les plus longues qu'on puisse tirer à travers le conducteur et en supposant qu'en rencontrant la surface l'électron éprouve une réflexion parfaitement élastique, il faudrait encore mettre bout à bout plus de mille de ces chemins pour obtenir le libre parcours calculé.

« On peut supposer, écrit Kamerlingh Onnes, qu'il y a des circonstances dans lesquelles se forment *des filaments* de grande longueur, *le long desquels l'électron*, qui prend part à la conduction *peut glisser sur la surface des atomes et passer d'un atome à un autre sans transmettre de l'énergie aux degrés de liberté figurant dans l'équilibre statistique de l'agitation calorifique.*

« Ces filaments peuvent avoir toute sorte de formes, non seulement rectilignes, mais aussi courbées et même entortillées; ils ne sont pas toujours constitués par les mêmes atomes et peuvent avoir des ramifications de tous les côtés, rendant nécessaire que l'électron rebrousse peut-être chemin et avance par des mouvements de va-et-vient pour qu'il trouve, en poursuivant son chemin, toujours réalisées les conditions du contact supra conducteur. En parcourant ce chemin, l'électron accumule le travail électrique d'une manière que nous pouvons nommer *adiabatique*.

« A l'extrémité du filament un autre processus, non adiabatique, devient nécessaire pour permettre à l'électron de poursuivre son chemin.

« La notion de *collision* de l'électron avec un atome est à généraliser de manière à comprendre *ce processus, dans lequel* la chose principale est que *la quantité de mouvement absorbée par l'électron peut être transportée à un degré de liberté* de l'atome qui le contient, pour que l'énergie accumulée passe à l'énergie de *l'agitation calorifique*.

« Selon cette conception modifiée, le libre parcours n'est donc pas un chemin parcouru avec une vitesse d'une direction constante (s'il n'y a pas de force électromotrice extérieure), mais une *distance franchie* dans la direction de la force électromotrice *d'une manière adiabatique*. »

Il semble que la théorie électronique des métaux de Lindemann permettrait de comprendre la supra conductivité par glissement du réseau des électrons par rapport à celui des atomes : « En l'absence d'agitation thermique de ce dernier réseau, écrit Langevin, il n'y aurait aucune dissipation d'énergie liée à ce glissement qui, une fois lancé, pourrait durer pendant un temps très long. La température où apparaît la supra conductivité serait celle pour laquelle, en vertu des conditions de quanta, l'agitation thermique des atomes disparaît à peu près complètement et la théorie prévoit une varjation très rapide au voisinage d'une température critique liée à la période propre limite des oscillations du réseau atomique. »

A. Bc.

Géologie

Les ressources minérales de la Savoie. — Au moment où l'attention est attirée sur les richesses de toutes natures que contiennent nos Alpes, il était tout à fait opportun de passer en revue à nouveau les ressources minérales de la Savoie et personne ne pouvait le faire mieux que M. Léon Moret, le savant maître de conférences de Géologie à l'Université de Grenoble.

L'auteur a tracé d'abord une esquisse géologique de la Savoie où sont exposées de main de maître, avec beaucoup de clarté, les idées récentes sur la structure en nappes des Alpes, puis il appelle l'attention sur les asphaltes et les pétroles; il les montre surtout localisés dans le Crétacé (Urgonien) et la mollasse tertiaire (Oligocène et Miocène); il étudie en détail les gisements et passe en revue les différentes hypothèses émises sur leur origine; aucune ne lui paraît satisfaisante; cependant il élimine complètement les théories *per ascensum*, celles impliquant l'origine profonde du pétrole. Il pense, avec M. Gignoux, que tous ces hydrocarbures ont dû se déposer dans les lagunes oligocènes, avec la mollasse stampienne, aujourd'hui presque complètement disparue ou mal connue; de ces hypothétiques roches-mères, et avant l'oligocène supérieur (aquitanien), les matières bitumineuses auraient de haut en bas, *per descensum*, imprégné le calcaire urgonien. Cette partie de la discussion a un intérêt général pour les géologues du pétrole.

M. Moret passe ensuite en revue les combustibles solides. Il existe un tonnage important d'anthracite; mais il faudra des méthodes nouvelles pour son exploitation difficile et pour son utilisation. Les lignites sont en quantité peu considérable; il en préconise la distillation.

Il examine également la question des minerais métalliques, d'importance réduite dans une chaîne aussi jeune; le développement de leur exploitation est subordonné au progrès et à l'adaptation des procédés électro-métallurgiques.

Les matériaux réfractaires lui paraissent beaucoup plus intéressants; il y en a de riches et de facilement exploitables; ils constituent certainement une source de richesses.

Les ciments et chaux hydrauliques sont activement exploités, mais cette industrie serait encore appelée à se développer (ciments artificiels, chaux grasses, etc.).

Les ardoises sont de diverses qualités; c'est surtout dans le Houiller des zones intra-alpines qu'il faudra diriger les recherches.

De grandes accumulations de gypse se trouvent en Savoie; mais ils succombent devant la concurrence des produits de Maurienne. Ils sont peut-être appelés à une exploitation plus grande, liée à des progrès de chimie industrielle, étant donné que l'anthracite est à pied d'œuvre dans la région.

L'exposé de M. Moret est d'une extrême clarté, et dénote un sens profond des questions pratiques. Aussi son intérêt dépasse-t-il de beaucoup le cadre de la Savoie.

Paul Lemoine.

Géographie

Impressions de la Guadeloupe. — Ile d'une beauté prestigieuse dont les montagnes se dressent sur le pourtour de la mer des Antilles, peut-on écrire encore sur la Guadeloupe, une de nos plus vieilles colonies, la mieux connue sans doute?

La mieux connue? Combien sont-ils les Français de la Métropole, et même de l'Ile d'Émeraude, pouvant dire

(1) Moret, Léon. — *Enquête critique sur les ressources minérales de la province de Savoie*, 201 pp., 1 carte, 8 pl., Grenoble, Allier, 1925.

Digitized by Google

qu'ils ont parcouru dans tous les sens ce pays dont la surface est si petite qu'un de nos départements pourrait le renfermer trois fois ? Et cependant quelle terre mériterait mieux d'être appréciée et visitée que celle-ci où le sucre, le cacao, le café, la vanille, les épices, le rhum, les bois sont produits par un sol d'une immense fécondité ?

Le croirait-on ? La carte de la région montagneuse reste à faire. Sur cinquante mille hectares on doit s'orienter avec le soleil ou la boussole pour ne pas s'égarer ; quelques officiers, des touristes et des chasseurs sont seuls à avoir traversé l'enchevêtrement chaotique des mornes, d'origine volcanique, recouverts de forêts presque impénétrables où il faut s'ouvrir un passage au coutelas, s'accrocher aux lianes pour descendre et remonter les ravins profonds aux parois abruptes, s'avancer dans l'eau pour traverser les torrents.

S'il est rude de parcourir cette forêt vierge, quelles sensations n'éprouve-t-on pas depuis l'instant où l'on aborde les premières pentes festonnées d'un gazon de délicates sélaginelles. Près des ruisseaux, c'est un véritable éblouissement, ce sont les fougères arborescentes aux feuilles immenses, les balisiers, les bégonias..., toutes

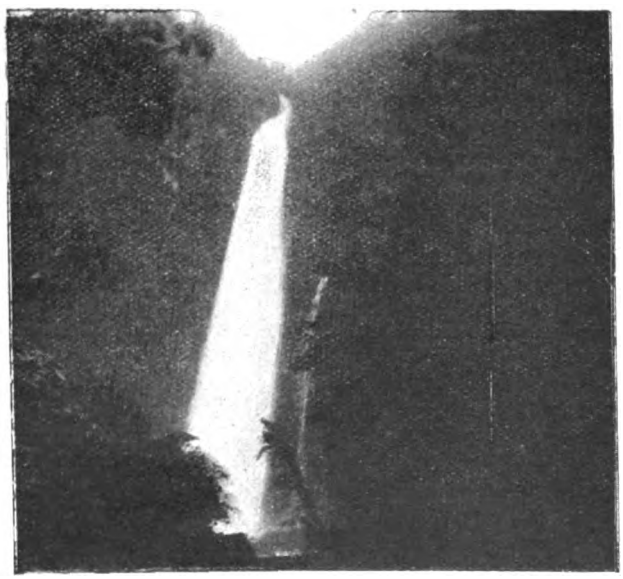


Fig. 437. — La deuxième chute du Carbet à La Guadeloupe

les plantes des tropiques, toute la gamme des verts, toute la série des colorations les plus belles, les plus rares placées sous les yeux dans la profusion des fleurs jetées en gerbes sur le feuillage.

Comme ces colibris qui passent rapides au soleil et butinent de corolle en corolle, les regards se posent de fleur en fleur, cherchant des rouges plus vifs, des roses plus pâles, des ors plus éclatants, des bleus plus profonds qui s'allient à la blancheur des pétales luisants ou veloutés, en une richesse de tons qui déconcerte, une symphonie de couleurs qui étourdit, au milieu d'une atmosphère qui enivre. L'imprévu de la présentation arrache des exclamations d'émerveillement, l'admiration arrête les promeneurs et fait rêver.

Par-dessus tout, peut-être, les lianes donnent à la forêt un caractère étrange et merveilleux. Il y en a de fines qui pendent des branches alignées comme les cordes d'une harpe, il y en a de très grosses tordues autour des troncs ; il en est aux vastes feuilles dont on fait la toiture des ajoupas, il en est d'autres aux feuilles plus petites, mais non moins vigoureuses, pour monter au sommet des grands arbres, passer de branche en branche, descendre, s'enchevêtrer sur le sol comme un gigantesque écheveau dont les bouts seraient perdus. Et ainsi pendant des heures à mesure que l'on avance et que l'aspect devient plus sévère, que les arbres se pressent et doivent s'élancer pour chercher la lumière, composant au-dessus de la scène qui s'étend à leur pied un décor immense, majestueux, tutélaire.

Le soir, lorsque l'obscurité enveloppe les choses et que le feu d'un campement laisse monter sa flamme claire en perçant les ténèbres, on dirait un grand voile qui se déchire, on s'attend à voir apparaître une ombre, à entendre une voix : mais rien, rien que le chuchottement des feuilles qu'un souffle léger caresse, rien que le bruit lointain d'un torrent qui se brise sur les rochers, rien que la mélodie de la nature qui s'endort tandis que dans l'infini du ciel se déroulent silencieusement les mondes.

A ceux que passionne le grand tourisme, à ceux qui sont sollicités par les sensations inconnues sous notre ciel d'Europe, la Guadeloupe, avec sa nature prodigue, l'incomparable douceur de son climat, offre des stations de repos et des centres d'excursions d'un merveilleux attrait.

Faut-il citer les hauteurs de Saint-Claude et du Matoubès au-dessus de la ville de Basse-Terre, non loin de la pacifique soufrière dont un léger voile de buée dessine une couronne diaphane autour du sommet, et Dolé avec son établissement thermal et la Ravine chaude avec ses eaux bienfaisantes et tant d'autres sites disséminés au milieu de paysages enchanteurs ?

Sur les pentes de la côte Sous le Vent, non loin des falaises que viennent baigner les flots bleus dans un éblouissement de lumière, ce sont d'autres aspects.

Fig. 438. — Sources sulfureuses du Galion à La Guadeloupe.

A la violence des impressions que font naître les montagnes et les forêts fait place le reposant spectacle offert par les plantations de cacaoyers qui se succèdent comme une série de gracieuses aquarelles. Là, c'est la végétation domptée, ce sont les lignes régulières d'arbustes dont les feuilles se rejoignent au-dessus de la tête faisant une ombre douce pour les yeux. Les cabosses jaune d'or ou cuivrées pendent le long des branches, donnant l'impression que la Providence distribue, sinon gratuitement, du moins contre peu d'efforts, des fruits nombreux, aux

Digitized by Google

graines particulièrement appréciées et dont le rendement est surtout élevé dans cette zone privilégiée entre toutes par son climat et la nature du sol

En suivant la route coloniale, vers le Sud, les caféières se multiplient, ou plus exactement, les cacaoyères sont généralement plantées en rangs alternés de caféiers et de cacoyers, ces derniers servant d'abri aux arbustes produisant le café.

Les lignes de pois doux régulièrement espacées pour briser le vent servent aussi de support aux vanillers, que l'on évite de laisser monter trop haut sur les branches; les bananiers, les muscadiers, les cocotiers, les palmistes, les rocons, les orangers, les citronniers, les arbres à pain, les corosseliers, les manguiers, toute la multitude des arbres à fruits tropicaux, dont quelques-uns ont une saveur délicieuse, se presse sur les pentes.

A mesure que l'on se rapproche de la Grande-Terre, on voit apparaître les plantations de cannes à sucre. Bien différente est la Grande-Terre, séparée de la Basse-Terre ou Guadeloupe proprement dite par un étroit chenal maritime, la Rivière-Salée. Elle se présente comme une immense dalle de calcaire, d'origine madréporique à surface faiblement ondulée, supportant à perte de vue des plantations de cannes. C'est vraiment un beau spectacle, la vue de ces champs qui portent la promesse d'une riche production de sucre. Pourtant, on aperçoit bien des terres incultes, trop d'étendues abandonnées aux herbes sauvages et aux goyaviers.

Terre de beauté, la Guadeloupe est aussi une terre féconde. Elle ne demande qu'à produire davantage et elle paye largement les efforts de l'homme chaque fois qu'il modernise ses méthodes de culture. Il faudrait un accroissement du troupeau afin de produire davantage d'animaux de boucherie, davantage de travail moteur, davantage de matières fertilisantes. Il faudrait un emploi plus judicieux des produits chimiques exactement adaptés à chaque nature du sol et à chaque espèce de plante; il faudrait enfin une place plus grande aux cultures secondaires, patates, manioc, tabac, coton, peut-être, afin de substituer au moins partiellement la polyculture à une monoculture exagérée de la canne.

Ces principales améliorations ajoutées à la réalisation d'un programme de travaux publics à l'étude, feront, dans peu d'années, de notre petite Guadeloupe, réellement la perle des Antilles. Marcel RIGOTARD.

Hygiène

Les îlots insalubres à Paris. — Question vieille, mais dont l'importance croît avec le désir actuel d'améliorer la vie dans un pays qui se plaint de la dépopulation. Sur une carte des îlots insalubres de la ville de Paris, une ligne droite de la Porte de La Villette à la Porte de Versailles sépare la capitale en deux parties dont l'une, à droite, présente des taches nombreuses, spécialement dans le 3e arrondissement, le 4e, le 11e, le 12e, etc. Les quartiers de l'ouest sont relativement neufs et mieux aménagés par conséquent.

M. Juillerat, dans le casier sanitaire des maisons, a étudié 80.000 immeubles. Après avoir examiné les décès par maladies transmissibles, il conclut ainsi :

1° La fréquence des décès tuberculeux est proportionnelle à la hauteur des maisons et elle est sous la dépendance directe des espaces libres qui les entourent.

2° La tuberculose est plus fréquente dans les étages inférieurs que dans les étages supérieurs.

3° Sur divers points de Paris, on trouve une localisation marquée de la maladie.

Pour les îlots meurtriers où l'on a constaté de terribles ravages, il n'existe pas d'autres ressources que la démolition. Cette conclusion sévère a été donnée également peu après par une commission d'étude spéciale. Elle n'a d'ailleurs rien qui puisse surprendre.

La lutte contre les îlots insalubres retracée dans l'*Economiste français* par M. Georges-Eugène Bertin, en 1924, montre les énormes difficultés et les lenteurs administratives, surtout, qui ont paralysé les efforts des hygiénistes.

Un rapporteur d'une commission spéciale, M. Rocland, vient de reprendre la lutte, il entend « lutter contre le taudis autre part que dans les bureaux ». Actuellement 17 îlots insalubres sont à attaquer : 4.290 maisons logeant 189.000 habitants. L'îlot n° 1 s'étendant sur le 3e et le 4e (quartiers St-Merri et Ste-Avoie) entraînerait une dépense de 150 millions. On peut envisager de détruire seulement les immeubles les plus insalubres de ces îlots. Le conseil municipal de Paris a décidé de commencer les premiers travaux. Un programme de lutte pourra s'accomplir et on envisage déjà la réduction des autres îlots insalubres. L. R.

Histoire des Sciences

Les cent ans de la photographie. — A propos du Congrès International de photographie, tenu à Paris du 29 juin au 4 juillet, et du centenaire de la photographie célébré à Paris le 2 juillet, M. Charles Nordmann en un fort intéressant article (*Revue des deux mondes*, 15 août 1925) montre l'importance de la photographie tant pour la science pure que pour les applications et retrace les étapes de cette invention.

On avait eu depuis longtemps l'idée de dessiner des silhouettes, en utilisant la propriété que possèdent certains sels d'argent de noircir à la lumière. En 1727, le médecin allemand Schultze fixait sur un flacon contenant du nitrate d'argent, des mots et phrases découpés dans des patrons de papier et exposait le tout à la lumière. Le flacon noircissait aux parties isolées, le reste demeurait incolore. Le physicien français Charles utilisait un procédé analogue pour projeter des silhouettes. Vers la même époque, l'Anglais Wedgwood faisait des profils au moyen de nitrate et de chlorure d'argent. En aucune de ces expériences, d'ailleurs, les images n'étaient fixées.

Nicéphore Niepce, né à Châlons-sur-Saône le 7 mars 1765, ancien officier des armées de la République, commença, vers 1813, les recherches qui devaient l'amener à la découverte de la photographie. Il eut l'idée d'utiliser le bitume de Judée à la reproduction des estampes. Si on étend un peu de ce vernis sur une plaque de métal, qu'on y superpose une gravure rendue translucide en l'imbibant de pétrole, et qu'on expose le tout à la lumière du jour, au bout de deux ou trois heures d'exposition la gravure apparaît sur le bitume en une vague image blanchâtre; sous les parties transparentes de la gravure, le bitume s'est décoloré. Si l'on plonge la plaque ainsi exposée dans du pétrole, les parties blanchâtres et touchées par la lumière ne s'y dissolvent pas, tandis que le vernis situé sous les noirs de la gravure et que la lumière n'a pas altéré se dissout. En versant un acide dans les lignes creuses ainsi obtenues, le métal de la plaque est attaqué suivant les lignes de la gravure à reproduire. En encrant ensuite la plaque, on peut obtenir autant d'épreuves de la gravure que l'on veut. Telle fut la découverte du procédé de reproduction, dit héliogravure, qui permet de reproduire des dessins au trait.

Pour obtenir une véritable photographie, il restait à enregistrer, à la chambre noire, l'image d'un objet extérieur. Niepce eut l'idée de fixer le bitume de Judée sur des plaques de verre. Les différentes épaisseurs du ver-

Digitized by Google

nis impressionné traduisaient les dégradés de l'image photographique. Il semble que ce soit en 1822 que Niepce ait obtenu la première image. Et c'est, indique M. Ch. Nordmann, 1822 qui mérite, plutôt que tout autre année, d'être considérée comme la date de la découverte de la photographie.

D'ailleurs Niepce put obtenir des images sur métal (1826). Après action de la lumière et du dissolvant sur le bitume, il exposait la plaque au-dessus de quelques grains d'iode dont les vapeurs coloraient la plaque d'autant plus fortement que l'épaisseur de vernis adhérente était plus faible. Niepce semble donc être le premier inventeur de la photographie.

En 1826, le peintre Daguerre voulant créer un diorama, sorte de panorama représentant des scènes diverses, cherchait, pour gagner du temps, à reproduire directement les paysages donnés par la chambre noire. Ayant entendu parler des travaux de Niepce, il lui écrivit pour lui proposer une collaboration. Le contrat signé reconnaît la priorité de Nicéphore Niepce : « Monsieur Daguerre s'engage à travailler au perfectionnement de la *découverte de Monsieur Niepce qui consiste dans la reproduction spontanée des images reçues dans la chambre noire.* »

Niepce étant mort le 5 juillet 1833, Daguerre continua seul les recherches. Il abandonna bien vite le bitume de Judée qui exigeait des poses beaucoup trop longues et le remplaça par des sels d'argent (1835) : il étendait de l'iode sur une plaque argentée, où se formait ainsi une mince couche d'iodure d'argent. Mise à la chambre noire, elle était, après exposition, retirée avant que l'image en fût visible, puis placée au-dessus d'un vase contenant du mercure chauffé. Le mercure recouvrait les blancs de cette *image latente*, qui se dessinait aussitôt en positif.

Quelque temps après, il remarqua qu'en lavant la plaque dans une solution chaude de sel de cuisine, l'iodure d'argent intact s'y dissolvait ; et la plaque était fixée.

Les images obtenues étaient d'un modelé merveilleux ; elles n'exigeaient pas des durées de pose très longues. Aussi le succès du daguerréotype fut foudroyant dans le monde entier.

Bayard et Talbot substituèrent, dans la méthode de Daguerre, le papier aux plaques métalliques. Niepce de Saint-Victor, neveu de Nicéphore Niepce, fut le créateur de la photographie sur verre où, à l'albumine, on substitua plus tard le collodion, puis la gélatine.

Aujourd'hui les durées de pose sont couramment cent mille fois plus courtes que celles exigées par les premières photographies au bitume de Judée de Nicéphore Niepce. A. Bc.

Statistique

Le Cacao. — Production et consommation. — Les principaux pays producteurs de cacao ont donné, en 1913 et en 1923, les quantités suivantes, d'après les statistiques de Nortz et Cie, de New-York. (*Economiste français*, 11 octobre 1924) :

Tonnes de 1000 kg.	1913	1923
Cote de l'Or	51.309	197.234
Bahia	27.340	63.689
Lagos	3.679	29.286
San Thomé	35.310	11.928
République Dominicaine	19.470	19.761
Equateur	39.509	29.215
Trinité	21.825	30.699
Vénézuéla	17.138	21.600
Autres pays	38.105	45.526
Totaux	253.685	448.938

Le principal fournisseur (44 %) est le Gold Coast. Sa production a sensiblement quadruplé entre 1913 et 1923. Elle était seulement de 545 tonnes en 1900, elle arrivait à 10451 tonnes en 1907, à 20534 en 1909. Cette rapide extension de la culture du cacao en Gold Coast montre ce que l'on peut faire dans les Colonies françaises en peu d'années pour procurer à la métropole le cacao qui lui est nécessaire. Plus loin d'ailleurs, nous verrons la part des colonies dans la production.

Voyons les consommations mondiales. Le gros consommateur de cacao n'est plus l'Europe. Ce sont les Etats-Unis qui viennent en tête de la liste et de beaucoup. Voici les nombres de 1913 et de 1923 :

Consommation de cacao (en tonnes de 1000 kg.)

	1913	1923
Etats-Unis	67.595	181.862
Allemagne	51.053	50.749
Angleterre	27.586	50.601
France	27.774	38.345
Hollande	30.016	39.083
Belgique	6.131	9.223
Canada	1.750	9.185
Suisse	10.248	5.643
Espagne	6.166	9.400
Italie	2.457	5.000
Autres pays	20.915	33.077
Totaux	251.691	432.168

La consommation 1923 est presque triple de celle de 1913 aux Etats-Unis, elle n'est pas sensiblement différente en Allemagne, elle est doublée en Angleterre, augmentée d'environ 30 % en France. Elle a décru considérablement en Suisse, car les exportations de chocolat de ce pays sont ralenties (conséquence du change surtout).

Enfin, si nous regardons les statistiques des importations en France, elles se répartissent ainsi entre les divers fournisseurs :

(commerce spécial) Quintaux métriques	1923
Vénézuéla	27.525
Brésil	40.094
Equateur	12.544
Antilles Anglaises	38.120
Antilles Françaises	
Côte Occidentale d'Afrique	4.990
Afrique Occidentale Anglaise	147.533
Afrique Occidentale Française	32.800
Autres pays	72.161
Totaux	383.450

A cette quantité il faut ajouter :

Cacao broyé en pâte ou autrement	25.944
Beurre de cacao	10.836

D'autre part, il y a eu exportation d'une petite quantité de cacao broyé : 422 quintaux; de beurre de cacao : 112 quintaux, et de chocolat : 28.182 quintaux.

La production des Colonies françaises suit depuis quelques années un mouvement ascendant rapide, spécialement celle des colonies de la côte Occidentale d'Afrique.

La statistique des productions coloniales publiée par M. Chalot dans l'*Agronomie Coloniale* (avril 1924) résume les exportations de 1922 d'après les données fournies au Ministère des Colonies par les Administrations locales. Voici l'exportation de chacune de nos colonies :

Digitized by Google

Indochine.	39 quintaux	(cacao	en	poudre)
Nouvelles Hébrides.	5.513	—	—	fèves
Guyane.	162	—	—	—
Guyane.	2	—	—	poudre
Martinique.	6.112	—	—	fèves
Martinique.	61	—	—	poudre
Guadeloupe.	6.833	—	—	fèves
Guadeloupe.	2	—	—	poudre
Côte d'Ivoire.	23.628	—	—	fèves
Dahomey.	251	—	—	—
Togo.	54.953	—	—	—
Cameroun.	34.736	—	—	—
Afrique Equatoriale.	2.673	—	—	—
Afrique Equatoriale.	4	—	—	poudre
Réunion.	1	—	—	fèves
Madagascar.	1.593	—	—	—
Total.	116.455 quintaux (cacao en fèves)			
	108 quintaux (cacao en poudre)			

C'est donc dans les anciennes colonies allemandes du Togo et du Cameroun que la culture du cacao est la plus développée. La Côte d'Ivoire vient ensuite, puis la Guadeloupe, la Martinique et les Nouvelles Hébrides. L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mines

Les recherches de pétrole en France. — Au cours des douze derniers mois (juillet 1924 à août 1925), vingt-deux permis de recherche de pétrole ont été accordés en France, quoique plus de soixante demandes aient été adressées à cette intention au Ministère des Travaux Publics. Ces 22 permis portent sur les arrondissements d'Orthez, Bayonne, Mauléon (Basses-Pyrénées), Dax, Saint-Sever (Landes), Saint-Jean-d'Angély, Saintes (Charente-Inférieure), Villefranche-sur-Saône (Rhône), Brignolles (Var), Limoux (Aude), Chartres (Eure-et-Loir), Saleslat, Strasbourg et Molsheim (Bas-Rhin). Les plus nombreux de ces permis sont situés d'une part dans les Basses-Pyrénées, d'autre part dans le Bas-Rhin : au premier de ces groupes se rattachent géographiquement ceux des Landes.

La valeur de tous les permis concédés par le Service des Mines est, semble-t-il, assez inégale, si l'on s'en tient aux déductions théoriques que suggèrent nos connaissances sur la géologie des diverses régions de la France.

A côté des zones de notre pays où ont été ainsi attribués des périmètres de prospection, beaucoup d'autres ont bien fait l'objet de sollicitations de groupements variés, mais les enquêtes nécessaires à leur attribution définitive n'ont pas encore eu le temps d'intervenir, ou ont donné lieu à des appréciations défavorables émanant des ingénieurs de l'État. Les arrondissements sur lesquels ont porté ces nouvelles demandes sont notamment : Muret, Saint-Gaudens (Haute-Garonne), Saint-Girons (Ariège), Perpignan, Céret (Pyrénées-orientales), Béziers, Lodève, Saint-Pons, Montpellier (Hérault), Grenoble (Isère), Bellez (Ain), Clermont-Ferrand, Riom, (Puy-de-Dôme), Saint-Nazaire (Loire-Inférieure). Le Puy-de-Dôme et plus particulièrement l'Hérault ont donc attiré l'attention du monde des affaires dans ces derniers mois, évidemment à la suite des sondages entrepris par l'Office du Pétrole dans ces deux départements. On sait que deux des sondages forés à Gabian, ont rencontré du pétrole et fournissent aujourd'hui un débit régulier; d'autre part, les puits profonds, réalisés par ce même organisme vers Riom, ont découvert de faibles quantités de naphte avant d'être arrêtés par suite d'accidents variés.

Les indices pétrolifères sont d'ailleurs assez nombreux dans notre pays, en Alsace (Lobsann, Pechelbronn, Saverne), en Franche-Comté (Montbéliard, Chaux-Neuve, Gex, Gallex, Confort, Bellegarde, Toarcien, Belley), en Auvergne (Pont-du-Château, Puy-de-la-Poix, Puy-de-la-Crouel), dans la Savoie (Seyssel, Pyrimont), dans le Dauphiné (Porte-de-France), dans le Languedoc (Privas, Saint-Jean-de-Marvéjols, Servas, Anduze, Gabian, Port-Vendres), enfin dans la Gascogne (Dax, Bastennes, Gaujac, Saint-Boës). C'est en général au voisinage des points où s'observent ces manifestations superficielles qu'ont été entreprises ou projetées les recherches de pétrole récentes.

Une toute autre catégorie de gisements correspond aux schistes bitumineux du Nord (Liévin, Douai), de l'Est (Nancy), du Jura (Morre, Lods, Salins, Conliège), du Massif central (Autun, Blanzy, Aumance, Buxières, Commentry, Vondes, Vagnas), de Provence (Forcalquier, Manosque, Fréjus), et de l'Ouest (Faymoreau). Il est démontré maintenant que les hydrocarbures se trouvent sous des formes fondamentalement différentes dans ces schistes bitumineux et dans les grès bituminisés des gisements de pétrole en voie de dégradation. Puisque le même mot bitume est d'un usage courant pour désigner les uns et les autres, il convient du moins de l'affecter d'une terminaison spéciale dans chaque cas.

Géologiquement et géographiquement les schistes bitumineux offrent les mêmes conditions que les bassins houillers. Il en est tout autrement des gîtes de pétrole, bien qu'une école admette aujourd'hui, avec raison semble-t-il, la liaison génétique originelle de toutes les catégories de combustibles inclus dans l'écorce terrestre.

Les possibilités ou probabilités d'accumulations de naphte en France peuvent être groupées suivant deux types tectoniques : 1° la zone des plissements pyrénéens (Landes, Basses-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège, Pyrénées-Orientales, Hérault); 2° les régions dans lesquelles les affaissements oligocènes ont découpé la chaîne hercynienne (Alsace, Limagne). Telles sont bien, en effet, les contrées sur lesquelles se concentre actuellement avec raison l'activité des prospecteurs de pétrole dans notre pays. L. Joleaud.

Génie civil

Utilisation logique des réservoirs hydrauliques saisonniers. — M. de Folin, ingénieur en chef des Ponts et chaussées vient de signaler dans la *Houille Blanche* (mars-avril 1925) l'importance qu'il y a à fixer par des formules bien étudiées le mode d'utilisation des diverses réserves hydrauliques pouvant exister le long d'un cours d'eau aménagé. Établir une consigne spéciale pour l'emploi de chaque réservoir dans le but d'obtenir soit la plus grande quantité possible d'énergie au cours de l'année, soit la plus grande quantité à des moments déterminés, c'est évidemment une tâche difficile et l'on conçoit qu'il faille établir des tables à entrées multiples, des abaques, des formules à multiples paramètres pour tenir compte des nécessités, des possibilités, des prévoyances (État des réservoirs, des glaciers, de la neige, volume des pluies tombées, débits de tels cours d'eau, enfin besoins en énergie, etc.). Il y a évidemment une grande part

Digitized by Google

d'observation préalable, aussi longue que possible, dans la détermination des conditions à satisfaire ou des possibilités. Les couplages d'usines, en particulier, lorsqu'on a en vue la production de l'électricité, donnent des exigences évidentes selon le régime des cours d'eaux en question, et l'on conçoit, outre le cas simple de deux usines ainsi couplées, celui d'usines barrages multiples le long d'un même cours d'eau, usine appartenant à des usagers différents dont les intérêts doivent être ajustés.

Il est clair que les nombreuses suggestions données par M. de Folin, pour l'établissement d'une consigne sérieuse en vue de la meilleure utilisation des cours d'eau à réservoirs, doivent être retenues par toutes les personnes intéressées et permettront d'établir des contrats mieux définis que ceux dont on s'est trop souvent contenté jusqu'à présent pour l'usage des eaux, contrats qui donnaient lieu à des contestations pour lesquelles les juges ne pouvaient apercevoir aucun fil conducteur capable de leur faire apercevoir la commune intention des parties.

M. de Folin donne un exemple de réglement qu'il a pu établir sur la Dordogne avec 4 usines-barrages, et qui peut servir de modèle pour d'autres cours d'eau, il espère d'ailleurs que ses suggestions pourront servir de point de départ « pour des recherches bien plus fouillées ». La question apparaît évidemment vaste et profonde à une époque où de véritables chapelets d'usines s'édifient le long de nos cours d'eau. L. RIGOTARD.

Sylviculture

Reboisements en Champagne par une Société coopérative. — Il est un fait bien connu que la plantation de pins a permis, depuis un siècle, de tirer partie d'étendues de terres presque désertiques de la Champagne. C'est en 1815 que la première plantation de pins fut faite. Depuis 1840 elle a pris un grand développement.

Un conservateur des forêts en retraite, M. Perdrizet, a favorisé la création d'une coopérative de reboisement dans l'Aube. Il a préconisé de planter non du pin sylvestre qui gèle trop facilement en Champagne et n'atteint qu'une dimension médiocre, mais du Pin noir d'Autriche et d'essayer le Pin Laricio.

La Société coopérative forestière de l'Aube a été constituée au capital de 100.000 francs en parts de cent francs. Elle se propose d'acheter les terres en friches pour les reboiser, des terres mal boisées pour les restaurer, enfin d'entreprendre des boisements pour le compte des propriétaires.

M. Ardouin-Dumazet a donné, dans le *Journal d'Agriculture pratique* (9 mai), une étude sur les reboisements dans cette région de l'Aube et il faut espérer que d'autres initiatives de reboisement par coopérative prendront naissance. L. R.

NOUVELLES

Académie des sciences. — Dans la séance du 21 septembre, M. le président Bouvier annonce le décès de M. Charlier-Tabur, doyen de la presse de l'Institut ; il était né en 1850. R. L.

Vie scientifique universitaire

Universités. — *Facultés de Médecine.* — Les concours de bourses de doctorat en médecine et de pharmacie seront ouverts le 26 octobre pour les étudiants à 4, 8, 12 et 16 inscriptions.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les cours publics et gratuits du semestre d'hiver commenceront le 3 novembre avec les programmes et les horaires suivants :

Géométrie supérieure. — M. Cartan : Géométrie des espaces de Riemann, mercredi 8 h. 1/2, samedi 10 h. 1/4.

Calcul différentiel et intégral. — M. Goursat : Opérations et éléments de la théorie des fonctions analytiques, lundi et jeudi 9 heures.

M. Julia : Conférences, vendredi 15 h. 1/2.

Application de l'analyse à la géométrie. — M. Julia : lundi 10 h. 3/4.

Mécanique rationnelle. — M. P. Montel : Dynamique et statique, mardi et samedi 9 heures.

M. Julia : Cinématique, mardi 14 heures.

M. Cahen : Conférences, vendredi 9 heures.

Théorie des groupes et calcul des variations. — M. Vessiot : Application de la théorie aux équations différentielles, mercredi 17 heures.

Mathématiques générales préparatoires aux sciences physiques. — M. Chazy : mardi et jeudi 17 h. 1/2.

M. N. : Mécanique mercredi, 17 h. 1/2.

Calcul des probabilités et physique mathématique. — M. E. Borel : Théorie des probabilités, mardi et vendredi 11 heures.

Mécanique physique et expérimentale. — M. Kœnigs : Principes de la Mécanique appliquée. Moteurs hydrauliques et thermiques, mardi et jeudi 16 heures.

M. Villey : Conférences, lundi et mercredi 17 heures.

Astronomie. — M. Andoyer : lundi et mercredi 10 h. 1/2.

M. Lambert : Conférences, mardi 15 heures.

Aviation. — M. Marchis : Aéro-dynamique, mardi et jeudi 17 h. 1/2.

M. Toussaint : Conférences, samedi 17 h. 1/2.

Mécanique des fluides et applications. — M. Painlevé : Théories actuelles des ailes sustentatrices, mercredi et samedi 10 h. 45.

M. Toussaint : Conférences sur la résistance au frottement, mercredi 17 h. 1/2.

Des conférences seront faites par des savants spécialisés sur divers sujets d'aérodynamique et d'hydrodynamique.

Optique. — M. Fabry : mardi et vendredi 10 h. 3/4.

Thermodynamique. — M. Leduc : mercredi 14 heures.

Pesanteur, forces amortissantes et propriétés des vibrations. — M. Guillet : lundi et jeudi 14 h. 1/2.

Physique théorique et physique céleste. — M. Sagnac : Les deux mécaniques, superposées des ondes de l'éther et de leur énergie projetée par des étoiles doubles, lundi et vendredi 15 h. 3/4.

Electrotechnique générale. — M. P. Janet : mardi, jeudi et samedi 9 h. 3/4.

Optique appliquée. — M. Fabry : Introduction, lundi et mercredi 10 h. 3/4.

M. Dunoyer : Instruments, lundi et jeudi 9 h. 1/4.

M. Chrétien : Conférences, mardi et samedi 9 heures.

Physique du globe. — M. Maurain : Propriétés physiques du globe, lundi 9 heures et vendredi 10 h. 1/2.

M. Dongier : Propriétés de l'atmosphère, des précipitations, de la chaleur solaire et des phénomènes optiques, lundi 10 h. 1/2. Climatologie, samedi 10 h. 1/2.

Physique générale et radioactivité. — Mme P. Curie : Ions, Electrons, lundi et mercredi 17 heures.

M. Debierne : Energétique et ses applications aux phénomènes physico-chimiques, jeudi 14 heures.

Chimie physique. — M. J. Perrin : Structure de la matière, mécanique chimique, radiochimie, structure intime des atomes, mercredi et samedi 17 h. 1/2.

M. Mouton : Chimie physique, biologique, mardi 17 h. 1/2.

Chimie générale. — M. Le Chatelier : Lois, mardi 10 h. 1/2. Compléments, samedi 10 h. 1/2.

Digitized by Google

M. Guichard : Etude des mémoires, mercredi et vendredi 10 h. 1/2.

Chimie analytique. — M. G. Urbain : Rapports entre la chimie générale et la chimie analytique, mardi 14 heures.

M. Auger : Conférences, lundi et jeudi 9 heures.

Chimie des complexes. — M. G. Urbain : vendredi 14 heures.

Chimie organique. — Mme Ramart-Lucas : Série acyclique, lundi et jeudi 10 h. 1/2.

Chimie biologique. — M. Javillier : Composition des organismes, mercredi 14 heures et samedi 17 h. 1/2.

Chimie appliquée. — M. Chabrié : mardi 9 heures.

Minéralogie. — M. Mauguin : Cristallographie et espèces, mercredi et samedi 8 h. 3/4.

Zoologie. — M. Perez : Mollusques, lundi 9 h. 3/4 ; Eponges, mardi 8 h. 3/4.

M. Hérouard : Vers, vermidiens et arthropodes, mardi et jeudi 15 h. 1/2.

Anatomie et Histologie comparées. — M. Wintrebert : lundi, mercredi et vendredi 9 heures.

Evolution des êtres organisés. — M. Caullery : Hérédité variation, mercredi 14 heures ; fécondation, parthenogenèse, samedi 10 h. 1/4.

M. Picard : Embryologie, lundi 17 heures et mardi 16 heures.

Biologie expérimentale. — M. Rabaud : samedi 14 heures.

Physiologie générale. — M. Lapicque : Echange de liquides, mercredi, vendredi 17 heures.

Physiologie comparée. — M. Portier : mardi 17 heures et samedi 15 h. 1/2.

Physiologie végétale. — M. Molliard (cours au second semestre).

Botanique. — M. Dangeard : Cryptogames, mardi 14 heures et vendredi 15 h. 1/2.

M. Blaringhem : Phanérogames, facteurs de l'évolution, mercredi 15 h. 1/2 et jeudi 17 heures.

M. Combes : Tissus et constituants, lundi 17 heures et vendredi 10 h. 1/2.

Géologie. — M. Haug : Orogenèse. Terrains primaires, vendredi et samedi 14 h. 1/4.

M. Joleaud : Paléontologie, mercredi et jeudi 11 heures.

M. Michel Lévy : Pétrographie, lundi et mardi 11 heures.

Géologie appliquée et géologie régionale. — M. Léon Bertrand : mercredi et vendredi 17 heures.

Géographie physique. — M. N : Cours magistral.

M. Dongier : Climatologie, samedi 10 h. 1/2.

École Centrale des Arts et Manufactures. — Un emploi de maître de Conférences de l'Industrie du papier est vacant.

Institut agronomique. — M. Kayser, Maître de Conférences, est promu commandeur du Mérite agricole.

Université de Strasbourg. — Un décret porte incorporation dans les cadres du personnel enseignant et non enseignant (*J. off.*, 16 septembre). Les cadres généraux sont ceux des professeurs, des chargés de cours et maîtres des conférences ; des chefs de travaux et des préparateurs. Les fonctions de conservateur des collections, de radiologistes, sont placées dans la classe des préparateurs. L'emploi de directeur du service de la carte géologique est maintenu dans le cadre jusqu'à cessation des fonctions de son titulaire actuel, M. de Margerie.

Université de Bordeaux. — La rentrée à l'Ecole de radiotélégraphie de la Faculté des Sciences aura lieu le 26 octobre. La scolarité est d'un an.

Université de Nancy. — La scolarité des études conduisant au diplôme d'ingénieur géologue est d'une année. Le programme comporte l'étude des minerais et gîtes métallifères. L'étude de la houille et des pétroles fait l'objet d'un diplôme de l'Université de Strasbourg. Pour être inscrit, il faut avoir 21 ans au moins et posséder les certificats de Minéralogie, de Géologie et de Chimie générale ou le diplôme d'une grande Ecole des mines française ou étrangère. Pour renseignements s'adresser à M. le professeur Fallot, directeur de l'Institut de géologie, 94, rue de Strasbourg, à Nancy.

Université de Grenoble. — M. Kilian, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences, vient de mourir. Son œuvre géologique est considérable ; il avait rassemblé dans son laboratoire de très nombreux matériaux sur la constitution des Alpes.

Nous donnerons dans un prochain numéro une analyse de son œuvre.

Ecoles vétérinaires. — 116 candidats ont été admis : 54 à Alfort, 29 à Lyon, 53 à Toulouse. Une liste complémentaire sera publiée après la session du baccalauréat d'octobre.

R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 septembre 1925

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Rolf Nevanlinna* (prés. par M. Emile Borel). — **Quelques propriétés des fonctions méromorphes dans un angle donné.**

GÉOMÉTRIE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur les variétés algébriques à trois dimensions dont les genres satisfont à l'inégalité** $P_g \leq 3$ $(p_g - p_a - 3)$.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Sur un dispositif modulomètre utilisable pour le contrôle des émissions radiotélégraphiques.**

L'auteur constitue sur une planchette un petit ensemble comprenant une triode avec son circuit de chauffage réglable par rhéostat et voltmètre ; un milliampèremètre à courant continu du genre d'Arsonval ; un milliampèremètre thermique sensible (par exemple à thermo-élément) ; la batterie de plaques ordinaires ; une petite batterie de grille, un potentiomètre permettent de régler avec précision le potentiel de grille, qui doit être rendu convenablement négatif.

PHONÉTIQUE GÉNÉRALE. — *A. Labriet* et *R. Husson* (prés. par M. G. Urbain). — **Principes d'éducation vocale par la réalisation de l'accord vocal.**

Le principe de l'éducation vocale s'obtient en recherchant l'accord vocal. Cette éducation comprend quatre problèmes :

1° Faire naître l'accord vocal. On y parvient en imposant à l'organe un mécanisme vocal approprié ;

2° Apprécier l'accord vocal ;

3° Corriger ou améliorer l'accord vocal. On résoud ces deux problèmes par une méthode auriculaire exposée par les auteurs ;

4° Stabiliser l'accord vocal. Ce résultat est obtenu par des exercices vocaux appropriés. L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Samsoen* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'anomalie de dilatation des verres. Cas de l'anhydride borique.**

Cette anomalie signalée pour tous les verres a été étudiée quantitativement sur l'anhydride borique pour lequel l'anomalie se produit à la température basse de 245°. Les mesures des coefficients de dilatation par diverses méthodes conduisent aux valeurs suivantes pour le coefficient de dilatation linéaire:

Au-dessous de 210° $< 15.10^{-6}$.

Au-dessus de 250° $> 200.10^{-6}$. A. RIGAUT.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Daniel* et *E. Potel* (transm. par M. P.-A. Dangeard). — **Greffes de Douce-Amère sur racines de Belladone.**

Digitized by Google

Chez la racine de Belladone greffée avec la Douce-Amère, l'eau de constitution a augmenté, ce qui a provoqué une réduction de moitié environ de la matière sèche totale. La proportion des cendres s'est légèrement abaissée ; la réduction de la cellulose a été considérable ainsi que celle de la teneur en atrophine. Il y a passage très net de la solanine de la Douce-Amère dans la racine de la Belladone.

Chez la Douce-Amère comparée au témoin, il y a diminution de l'eau de constitution qui a produit une augmentation de la matière sèche totale coïncidant anormalement avec une diminution de la teneur en cendres. Il y a passage très net d'atropine, en quantité dosable de la racine de Belladone dans la tige de Douce-Amère ; les proportions de cette substance vont en diminuant au fur et à mesure qu'on s'éloigne du bourrelet d'union. P. GUÉRIN.

Séance du 21 septembre 1925

THÉORIE DES NOMBRES. — *P.-J. Myrberg* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la réduction simultanée de deux formes quadratiques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Kovanko* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une classe de points de la convergence non uniforme des suites de fonctions.**

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mandelbrojt* (prés. par M. Volterra). — **Sur la meilleure approximation des fonctions analytiques et leurs points singuliers.**

ÉLASTICITÉ. — *B. Galerkin* (prés. par M. Mesnager). — **Plaque, en forme de triangle rectangle isoscèle, posée sur son contour, soumise à l'action des forces agissant normalement à sa surface sur l'axe de symétrie.**

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* (transm. par M. A. Cotton). — **Sur la diffusion de la lumière par les molécules actives et inactives.**

Gans, dans un Mémoire récent, étudie la diffusion de la lumière par les molécules actives et traite la question au double point de vue théorique et expérimental. Il déduit de ses formules de la théorie de Born et obtient ainsi une série de relations dans lesquelles figurent plusieurs nouveaux paramètres, ce qui semblerait indiquer une différence dans les effets Tyndall, correspondant respectivement aux corps actifs et inactifs. D'après Gans, l'expérience confirmerait cette différence essentielle ; il pense pouvoir obtenir ainsi des indications sur la valeur des paramètres qui, dans la théorie de Born, caractérisent l'activité optique.

M. de Mallemann démontre que cette argumentation est erronée et repose sur une illusion.

VOLCANOLOGIE. — *Const. A. Kténas.* — **L'éruption du volcan de Santorin.**

Le 11 août, vers 11 heures, des vapeurs s'élevaient du canal séparant les îles de Mikra Kaméni et de Nea Kaméni. A 15 heures eut lieu la première explosion. Aux émanations gazeuses s'ajoutèrent bientôt des projections de bombes, des lapilli et des flammes qui se montrèrent à la surface de la mer.

Le 12 août, un îlot émergea, se transformant, au bout de quelques jours, en un dôme à pentes douces. Une langue de terre s'éleva au-dessus de la mer vers la côte orientale de Kaménis, réunissant bientôt Mikra Kaméni et Nea Kaméni.

Du 14 au 18 août, explosions nombreuses et projections violentes de cendres. Aucune secousse provenant de Santorin n'a été enregistrée.

L'éruption correspond actuellement à un type mixte vulcano-péléen. L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *René Wurmser* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'activité des diverses radiations dans la photosynthèse.**

L'assimilation chlorophyllienne est constituée par une suite de réactions dont la première seule est photochimique. Aux très faibles intensités lumineuses, la vitesse de l'assimilation est réglée par celle du phénomène photochimique primaire. L'auteur a étudié le mode d'action des diverses radiations sur le phénomène primaire.

Reprenant les mesures comparatives de l'action des régions rouge et verte du spectre, M. Wurmser a obtenu, dans les conditions où il s'est placé, un rendement toujours plus élevé dans la région verte que dans la région rouge du spectre.

ENTOMOLOGIE. — *A. Policart* et *A. Paillot* (prés. par M. Paul Marchal). — **Étude de la sécrétion de la soie à l'aide des rayons ultraviolets filtrés (lumière de Wood).**

Il semble que, dans le processus de la sécrétion de la soie, deux phénomènes se superposent : 1° la sécrétion de la fibroïne d'abord, substance d'une fluorescence blanche, qui donne au segment initial sécréteur son aspect blanc brillant à la lumière de Wood ; 2° la fabrication d'un corps qui donne à la fibroïne son aspect caractéristique, transformant sa fluorescence blanche en une fluorescence jaune d'or.

Des vers en état de misère physiologique ont le sang et l'appareil séricigène non fluorescents ; le cocon sécrété n'est pas fluorescent. L'examen fluoroscopique des cocons paraît donc pouvoir donner des renseignements sur l'état de santé des vers qui les ont filés et sur la qualité même de la soie.

ZOOLOGIE. — *R. Legendre* (prés. par M. J. L. Breton). — **Sur une tortue luth (*Sphargis coriacea*) capturée en baie de Concarneau.**

L'auteur donne les caractères d'une tortue luth trouvée dans ses casiers par un pêcheur de crustacés, entre les îles Glénans et l'île aux Moutons. L'animal pesait 330 kilos et mesurait 1 m. 93 de long sur 0 m. 88 de large.

MÉDECINE. — *J. Roger d'Ansan* (prés. par M. D'Arsonval). — **La gymnastique oculaire appliquée au traitement de l'amblyopie ex-anopsia et du strabisme qui en dérive.**

Dans l'amblyopie ex-anopsia, il existe un affaiblissement de l'acuité visuelle. Cette infirmité, qui date du premier âge, n'affecte généralement qu'un seul œil et provient d'une absence de fonctionnement de l'organe.

Le traitement institué par l'auteur consiste dans une série de pressions exercées journellement et pendant dix minutes sur le globe oculaire fermé et l'on enregistre, après chaque séance, une augmentation de l'acuité visuelle, qui varie de 20 à 50 centimètres en moyenne. En outre, au fur et à mesure que son acuité s'améliore, on remarque que l'œil amblyope est insensiblement ramené vers son axe et que la diplopie tend de plus en plus à faire place à la fusion des deux images.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Charles Lebailly* (prés. par M. Roux). — **La réapparition des foyers de fièvre aphteuse et la conservation du virus dans la nature.**

L'auteur est d'avis qu'on doit suspecter le rôle, comme réservoir de virus, d'un hôte étranger, vertébré sauvage ou invertébré piqueur, plutôt que l'ongle des bovidés guéris.

P. GUÉRIN.

Erratum. — N° 18, page 633, 2e colonne. — Par suite d'une erreur dans la mise en pages, les notes : *Paléontologie*, *Physiologie végétale*, *Physiologie*, doivent être reportées à la page suivante à la suite de la séance du 7 septembre.

Digitized by Google

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La Greffe de revitalisation humaine, sa portée, ses résultats, son avenir, par DARTIGUES. In-8° de 340 pages avec figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Cet ouvrage est le plus complet qui ait paru en France sur la question des greffes testiculaires. L'auteur a étudié le sujet sous toutes ses faces et il en donne une synthèse qui envisage à la fois le côté technique chirurgical pur, le côté biologique et physiologique et même la portée philosophique.

M. Dartigues présente la question sous un aspect méthodique. Après un exposé sur le rôle des glandes endocrines en général et l'influence des glandes endocrines sexuelles en particulier, l'auteur montre les résultats tirés de l'observation et de l'expérience cliniques, les résultats tirés de l'expérimentation animale, servant de base à l'application de la greffe à l'homme, et la légitimant.

Il passe en revue les différentes méthodes employées jusqu'à ce jour, décrit celle de Voronoff qu'il a contribué à perfectionner au point de vue opératoire, puis, il passe en revue les indications de la greffe qu'il appelle anthropoïdo-anthropique, du singe anthropoïde à l'homme; il expose enfin les résultats d'ordre général et d'ordre génital.

Il a consacré tout un chapitre à ce qu'il appelle la « présénilité ». Il croit que la vieillesse peut être retardée, grâce à ce qu'il appelle l'endocrinologie chirurgicale qui s'annonce comme la forme probablement la plus efficace de l'opothérapie vivante. S. R.

Les Poissons des Eaux douces de la France. Manuel descriptif illustré, par le Dr Louis ROULE, Professeur au Muséum National d'Histoire naturelle. Illustrations de Fernand Angel, préparateur au Muséum. In-12 de 276 pages avec 37 planches hors texte et nombreux dessins dans le texte. *Presses Universitaires de France*, Paris. — Prix : 10 francs.

En consacrant ce petit livre si bien illustré aux Poissons de nos cours d'eau, M. le professeur Roule a eu principalement en vue de mettre entre les mains des innombrables pêcheurs un manuel pratique leur permettant une détermination rapide de toutes les espèces qu'ils peuvent capturer et une connaissance suffisante de leurs habitudes et de leur mode de vie.

Beaucoup de nos poissons ont une grande importance alimentaire et leur conservation est due souvent aux pêcheurs qui sont intéressés à empêcher le plus possible les multiples causes de destructions et du dépeuplement de nos cours d'eau et de nos étangs.

M. Roule, par la publication de ce livre, rédigé d'une façon si claire, rend donc un très grand service, non seulement aux pêcheurs amateurs, mais aussi à tous ceux qui envisagent la pêche au point de vue économique.

L. FT.

L'odorat, par H. ZWAARDEMAKER, professeur à l'Université d'Utrecht. In-16 de 312 pages avec figures (*Encyclopédie Scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

On sait que c'est seulement depuis un peu plus d'un quart de siècle, que grâce aux recherches, patiemment poursuivies, du professeur Zwaardemaker, de l'Université d'Utrecht, et d'une pléiade de ses élèves, que nous commençons à posséder quelques notions nettes sur les mécanismes de l'olfaction, la nature même de l'odorat, et sur tous les grands problèmes se rattachant aux odeurs, dans le domaine desquelles l'expérimentation, souvent décevante, exige toujours une patience et une minutie de tout premier ordre. Les travaux du professeur Zwaardemaker, relatifs à ces questions, se trouvaient jusqu'à présent épars en diverses revues de langue française, hollandaise ou allemande, et son ouvrage capital « Physiologie des Geruchs », n'a jamais été traduit de l'allemand.

Dans ce livre sur l'*Odorat*, M. Zwaardemaker a condensé les principaux résultats de ses recherches théoriques et expérimentales sur l'Olfaction. Très au courant de tous les travaux qui ont été entrepris dans ce domaine, l'auteur, à l'occasion de chaque problème, retrace avec brièveté les résultats obtenus par Fischer, Valentin, Frochlich, Passy, etc.

Après un chapitre d'Introduction consacré à des « Observations physiques sur les matières odorantes », l'auteur aborde l'étude du mécanisme de la sensation olfactive puis le problème de l'olfactométrie expérimentale à propos de laquelle il définit la notion d'*olfactie*. Après un exposé de la classification des odeurs, où figurent toutes les classifications proposées jusqu'à ce jour, à côté de celle propre à l'auteur, et des chapitres spéciaux consacrés à la question encore obscure de la compensation des odeurs, à l'étude des temps de réaction olfactifs et de la fatigue par les odeurs, se trouvent deux chapitres terminaux, dans lesquels l'auteur expose la question difficile des rapports du Chimisme avec les odeurs, et celle des énergies spécifiques des odeurs.

Très bien illustré, pourvu de nombreuses références bibliographiques, ce petit ouvrage intéressera certainement tous ceux qui sont désireux d'étudier les grands problèmes de la physiologie des sensations, et ceux qui s'intéressent industriellement, par exemple, aux problèmes des odeurs et des parfums. S. R.

Nouveau Petit Larousse illustré. Dictionnaire encyclopédique publié sous la direction de CLAUDE AUGÉ. 28e édition. In-8° de 1.760 pages avec 6.200 gravures, 220 planches et tableaux et 140 cartes. Librairie Larousse, 13-17, rue Montparnasse, Paris. — Prix : relié toile, 24 fr. 50; relié peau, 50 fr.

L'éclatant succès que les Dictionnaires Larousse remportent auprès du public, depuis tant d'années, chaque fois que paraît une nouvelle édition, rend superflu tout éloge. Cette vingt-huitième édition du classique « Petit Larousse illustré » ne le cède en rien aux éditions précédentes au point de vue de la perfection du texte et des illustrations et de l'impression. S'étendant à toutes les branches de la Science et des Arts, à l'Histoire ancienne et moderne et à la Géographie; donnant des Résumés historiques, géographiques et littéraires, des Biographies des contemporains illustres, des Notices bibliographiques, des Monographies des œuvres d'art célèbres, un Lexique des locutions latines et étrangères, les étymologies de tous les mots, le « Petit Larousse » est devenu l'ouvrage le plus indispensable à tous les travailleurs, et dans tous les domaines intellectuels. Les illustrations, exclusivement documentaires, constituent de véritables leçons de choses qui ont largement contribué à la diffusion de cet ouvrage que son prix modique met à la portée de tous.

Cette vingt-huitième édition fait honneur à la maison Larousse. L. FT.

Le Gérant : A. DESNOËS.

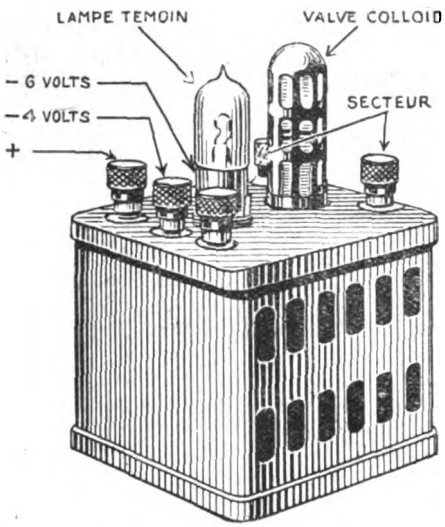
Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

UN NOUVEAU REDRESSEUR STATIQUE DES COURANTS ALTERNATIFS

Dans la séance de l'Académie des Sciences, du 10 août 1925, M. le Général FERRIÉ, lut une communication relative à la « conductibilité par les colloïdes métalliques et ses applications électrochimiques. »



Il s'agissait là d'une découverte nouvelle des propriétés de l'argent colloïdal, qui, lorsqu'il est réduit à cet état dit colloïdal, c'est-à-dire à l'état de granulés dont la dimension est de l'ordre de 10^{-7} m/m est capable de redresser le courant alternatif, laissant passer seulement une phase de ce courant et s'opposant au passage de la phase inverse.

En partant de cette découverte a été réalisé un redresseur nouveau dont l'organe essentiel est la « valve colloïd » qui ne comporte aucun filament. L'anode est constituée par la multitude des corpuscules en suspension dans un liquide non électrisable ; la cathode offre des particularités de forme et de construction de nature à lui faire arrêter le passage du courant lorsqu'elle est empruntée comme anode. La résistance de la valve passe ainsi d'une valeur pratiquement infinie pendant une phase à une valeur nulle pendant l'autre phase. Cette propriété et la très faible résistance intérieure de la valve font que le rendement est considérablement supérieur à celui de tout autre système de redressement.

Le montage est très simple : la tension du secteur est abaissée par un petit transformateur statique ; sur le secondaire de ce transformateur est montée la batterie d'accumulateurs à travers la valve colloïd ; une petite lampe en série avec la valve agit comme régulateur d'intensité et comme témoin.

L'appareil se présente sous la forme d'une boîte aérée de très petites dimensions qui contient le transformateur et porte sur sa face supérieure la valve colloïd, la lampe témoin et les bornes. La valve Colloïd elle même l'aspect d'un tube métallique perforé vissé au moyen d'un culot Edison. Le redresseur peut fonctionner à 110 volts entre 40 et 60 périodes ou bien, sur demande, sous toutes tensions de 120 à 220 volts à 25 périodes

Ce nouveau redresseur est simple, robuste : il ne comporte aucun organe mobile, aucun appareil de mesure, il est absolument silencieux ; il est très économique et permet l'emploi d'une batterie de faible capacité ; la recharge d'une batterie de 20 ah ne revient qu'à environ 25 centimes.

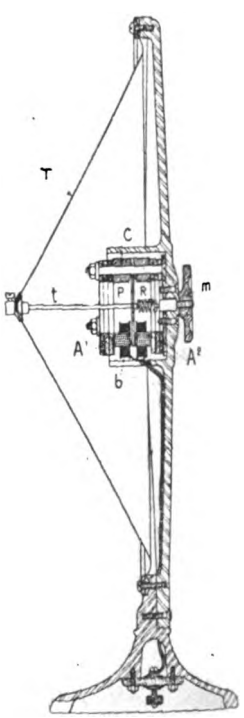
Tous renseignements seront fournis sur demande adressée au service *Informations* de la Radiotechnique, 98 bis, Boulevard Hausmann (R. S).

Un haut parleur puissant qui augmente la sensibilité des récepteurs tout en reproduisant fidèlement paroles et musique.

Il a toujours semblé jusqu'à présent que les qualités que l'on devait demander à un haut parleur, d'être puissant, sensible et fidèle étaient contradictoires et ne pouvaient exister simultanément dans le même appareil ; les résonances propres des organes vibrants, développées pour obtenir une audition puissante, produisaient des sons parasites et, en général, un nasillement caractéristique ; l'importance du courant nécessaire, qui faisait travailler les lampes et transformateurs dans de mauvaises conditions, déformait les sons.

Un nouveau haut parleur, le Radiolavox, qui utilise un principe tout nouveau, réunit toutes les qualités exigibles sans pour cela entraîner aucun des défauts ci-dessus signalés

L'originalité de cet appareil réside principalement en ceci que la palette vibrante est en équilibre entre deux pièces polaires d'un circuit magnétique presque complètement fermé ; elle est tenue dans cette position d'une part par la tige *t* qui attaque le tympan, d'autre par le ressort R dont la tension est réglable au moyen du bouton *m*. Le flux alternatif est produit par un bobinage *b* enroulé sur les pièces polaires ; la disposition du circuit magnétique est telle que le flux des bobines se referme par la palette sans pénétrer dans les aimants permanents ; on évite ainsi, et ceci est très important, la désaimantation des aimants permanents par la composante continue du courant qui passe dans les enroulements.



La palette, qui est polarisée, est attirée par l'un des pôles créés par le courant musical et repoussée par l'autre ; l'action est ainsi double et les vibrations parfaitement symétriques, ce qui évite la cause principale de la déformation des sons.

Le principe du relais polarisé, qui assure à l'appareil une sensibilité exceptionnelle, lui permet de fonctionner avec un courant faible, évitant ainsi toute la déformation qui provient des lampes et transformateurs travaillant dans de mauvaises conditions.

Le tympan conique est fait d'un papier imbibé dans un bain spécial et nouveau dit « bain argenta » qui supprime tout nasillement.

En résumé, tout dans le Radiolavox est étudié scientifiquement pour présenter enfin une solution parfaite du haut parleur.

Demander tous renseignements au service *Informations* de Radiola, 98 bis, Boulevard Hausmann (R. S.).

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 20 — 63e ANNÉE — 24 OCTOBRE 1925

LA LUMINESCENCE DU PHOSPHORE (1)

La découverte du phosphore a été une de celles qui appartiennent à la période de transition pendant laquelle la magie et la science florissaient côte à côte et où les limites qui les séparaient n'étaient pas très bien définies. Il semble qu'elle soit due à l'alchimiste Brand, de Hambourg. Mais, à cette époque, les découvertes scientifiques étaient considérées comme des secrets précieux, moins pour leur valeur commerciale que pour la supériorité en connaissance et en puissance, que leur possession exclusive était supposée donner. Les secrets scientifiques sont quelquefois gardés jalousement maintenant encore, mais non pour la même raison. Quand on observe le silence sur une découverte scientifique, c'est pour la raison moins romantique d'un avantage commercial. En l'absence d'un tel motif, les hommes de science de nos jours font connaître tout ce qu'ils savent et le font connaître sans délai.

La découverte du phosphore sortit de l'ombre en 1678, quand Kunkel, qui avait appris le secret de vive voix, le publia. En 1780, l'hon. Robert Boyle publia à la Société royale une note sur le même sujet. Il l'avait repris en partant de cette seule donnée que le phosphore était d'origine animale.

De nombreuses années s'écoulèrent avant que la nature de la luminosité du phosphore fût définitivement établie. Les premiers chercheurs le classèrent, non sans vraisemblance, parmi les substances qui devenaient lumineuses après avoir été exposées à la lumière, comme le sulfure de calcium impur. Cette idée survit dans le mot « phosphorescence » qui traduit simplement la propriété d'émettre de la lumière. Aujourd'hui, ce mot est habituellement réservé aux cas analogues à celui du sulfure de calcium. Le phosphore n'est pas communément considéré comme un corps phosphorescent; sa luminosité, comme chacun sait, est due à sa lente combustion dans l'oxygène de l'air. On mit longtemps à le prouver et, en 1874, la question n'était pas encore complètement résolue. Le doute tenait en partie aux très faibles quantités d'oxygène nécessaires pour donner au phosphore une luminosité perceptible; des rentrées d'air accidentelles constituaient une cause d'erreur possible dans les expériences. Une autre circonstance, qui compliquait le problème, tenait à ce que la lumière disparaissait quand l'oxygène était substitué à l'air. Aussi était-il difficile, à première vue, de défendre l'opinion que l'oxygène était un élément nécessaire à la luminosité du phosphore. J'ai quelquefois pensé que ceci pourrait servir d'argument aux homéopathes. Moins on introduit d'oxygène, plus l'effet produit semble être intense. C'est ce que je vais montrer.

Dans un large flacon d'une capacité de 4 litres, on introduit du phosphore et, afin d'en dissoudre une certaine quantité et de le distribuer sur une grande surface, on a ajouté un peu d'huile d'olive. Je peux étendre l'huile sur la surface interne du flacon de façon à ce qu'elle occupe une aire étendue. Le flacon étant rempli d'oxygène, nous pouvons

(1) Conférence faite à la Royal Institution of Great Britany, le 6 juin 1924.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

voir, quand les lumières sont éteintes, que le phosphore est tout à fait obscur. Si nous enlevons de l'oxygène au moyen d'une pompe à air, le phosphore brille tout d'un coup, quand la pression de l'oxygène est faible. On obtient le même résultat en substituant l'air à l'oxygène.

Cette propriété singulière n'est pas la seule qui caractérise la luminosité du phosphore. Je vais en montrer une autre. J'ai une cuvette en verre dont le fond est recouvert par la solution de phosphore dans l'huile déjà utilisée; j'enlève le couvercle et j'agite bien, de façon à amener le phosphore au contact de l'air; j'obtiens une forte oxydation et une bonne luminosité. Maintenant, je mets au-dessus de la solution un morceau de coton imbibé de sulfure de carbone. Je ne presse pas le coton de façon à en faire échapper des gouttes. Je le tiens simplement, sans le presser, de façon que la vapeur puisse s'échapper au-dessus de la surface brillante. Nous voyons que cette vapeur produit un effet presque magique : elle arrête tout à fait la luminosité du phosphore. Au bout de quelques instants, la petite quantité de vapeur s'est dissipée et le phosphore brille de nouveau.

Le sulfure de carbone est un des nombreux exemples de vapeur qui agissent de la même façon. L'ammoniaque, le camphre, l'éthylène, la térébenthine et, en général, les huiles essentielles, produisent le même effet, à l'intensité près. La plupart des gaz permanents n'exercent qu'une action très faible quoique je ne puisse dire ce qu'ils pourraient faire sous de hautes pressions.

On peut probablement admettre que l'action de l'oxygène que je vous ai montrée tout d'abord n'est pas essentiellement différente de celle des autres substances. Comme nous l'expliquerons brièvement, l'action se produit entre l'oxygène et la vapeur de phosphore. Il faut un peu d'oxygène pour s'unir à la vapeur de phosphore provenant de la surface phosphorée, mais il en faut très peu. Si, par exemple, nous avons une pression d'oxygène de un millimètre, il y aura dans l'espace gazeux un grand nombre de molécules d'oxygène pour une molécule de phosphore et un accroissement ultérieur peut difficilement augmenter la combustion. L'oxygène en grand excès, comme lorsque nous l'admettons à la pression atmosphérique, peut agir de façon tout à fait différente. Il n'y a donc aucun paradoxe réel dans l'extinction du phosphore par un excès d'oxygène. Peut-être une analogie expliquera-t-elle ce que je veux dire. Un homme ne peut vivre sans eau; s'il n'en boit pas il meurt de soif, cependant s'il en avale trop il sera étouffé. L'eau agit de façon tout à fait différente dans les deux cas, et ainsi fait l'oxygène au contact du phosphore.

Il se produit un autre phénomène étrange quand on se sert du phosphore pour éliminer les dernières traces d'oxygène dans l'analyse des gaz. Supposons que nous ayions de l'air dans un espace clos et que nous ajoutions un morceau de phosphore. Tout d'abord la lumière est confinée à la surface, mais quand presque tout l'oxygène est éliminé, on voit la lumière se répandre dans tout le volume du récipient. Il est facile d'en comprendre la raison. Le phosphore possède, à la température ordinaire, une volatilité appréciable. Quand l'oxygène environnant est abondant, il happe aussitôt la vapeur de phosphore avant qu'elle ait pu se diffuser à partir de la surface. Mais quand l'oxygène s'est raréfié, la vapeur de phosphore a des chances d'accomplir un certain trajet avant que ce fait se produise. Toutefois, si nous regardons de très près, nous voyons que la lumière n'est pas immobile et se présente sous l'aspect de nuages lumineux mouvants très curieux à observer.

Malheureusement ce phénomène est trop faible pour être perçu d'un auditoire; mais chacun peut facilement le reproduire. Il suffit d'un morceau de phosphore fixé à un fil et introduit dans une bouteille — par exemple une carafe ordinaire — que l'on renverse, le goulot plongeant dans l'eau.

Mes recherches sur ce sujet ont eu pour point de départ cette expérience que j'ai essayé de développer de façon à obtenir quelque chose de mieux défini que des nuages aux vagues contours se mouvant suivant des trajets mal délimités.

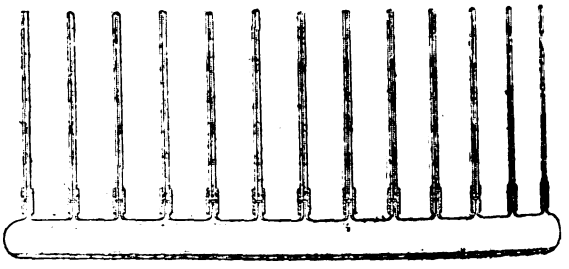


FIG. 439.

La figure 439 donne le schéma d'un dispositif qui m'a donné quelque résultat. L'idée était de contraindre la luminosité à se mouvoir dans une seule direction. Le tube horizontal est recouvert d'une couche de phosphore tout le long de sa partie inférieure; des tubes verticaux, longs et étroits, permettent à l'air de circuler lentement sur le phosphore. Quand l'oxygène qui se trouve originairement dans le tube est presque éliminé, on voit des pulsations lumineuses prendre naissance aux ouvertures de la paroi, se diviser et circuler tout le long du tube. Ordinairement, le phénomène se produit surtout en un ou deux points déterminés. Les pulsations traversant le tube en des directions

Digitized by Google

opposées se détruisent mutuellement quand elles se rencontrent.

Ayant installé ce dispositif dans une chambre obscure, je l'observai de temps en temps. L'expérience est si belle qu'on est tenté de s'attarder longtemps à la regarder. Après une durée d'une semaine ou plus, je notai un changement. Quoique rien n'eût été touché, les mouvements devinrent moins vifs et la luminosité demeura immobile par place; finalement, tout mouvement cessa. Quelle interprétation peut-on donner de cette expérience? Le phosphore du tube avait été, au début, fondu sous l'eau pour plus de sécurité, ensuite l'eau avait été enlevée aussi soigneusement que possible, mais, naturellement, on n'avait pu l'éliminer complètement. Les oxydes de phosphore produits par la combustion sont avides d'eau et dessèchent progressivement le tube; si on ajoute de l'eau, les mouvements recommencent.

Le dispositif suivant montre un tube analogue n'ayant qu'une entrée capillaire au milieu. Il fut tout d'abord desséché sur la pompe à mercure, puis rempli d'azote. On aperçoit un nuage lumineux parfaitement stable quand l'oxygène atmosphérique commence à se mélanger à la vapeur de phosphore. Les fig. *a*, *b* et *c* montrent les stades successifs à mesure que la quantité d'oxygène introduite augmente. Si nous ajoutons une goutte ou deux d'eau, nous obtenons une succession de pulsations lumineuses prenant naissance à l'entrée du tube, se divisant et se déplaçant dans des directions opposées tout le long du tube (fig. 440, *d*).

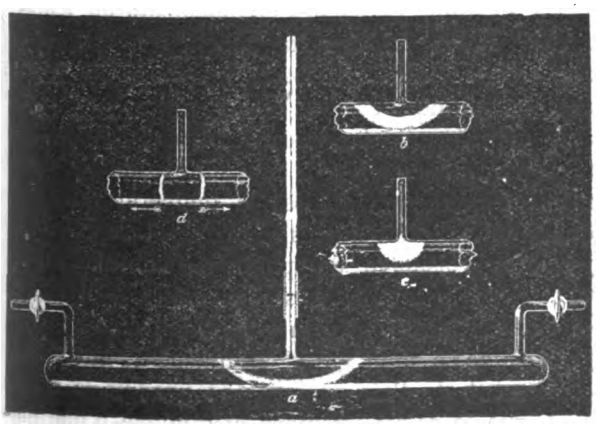


FIG. 440.

Que penser de ces pulsations mouvantes? Pourquoi la luminosité se meut-elle quand il y a de l'eau et reste-t-elle immobile quand il n'y en a pas? Il est évident que les pulsations mouvantes représentent la propagation d'une onde de réaction chimique tout le long du tube. Il y a, en présence, un mélange d'oxygène et de vapeur de phosphore prêts à s'unir. L'union ne se produit pas instantanément, mais la combinaison chimique est déterminée par le passage de l'onde, comme dans l'inflammation d'une traînée de poudre.

Il semble cependant ne rien se produire de ce genre en l'absence d'eau. L'union est alors instantanée, la combustion du phosphore se produisant dès que l'oxygène s'en approche. L'eau prolonge la combustion.

Maintenant que les choses en sont arrivées à ce point, nous ne pouvons manquer de nous rappeler l'expérience que j'ai montrée au début, où la vapeur de sulfure de carbone empêchait la luminescence du phosphore. L'eau, évidemment, agit comme les autres substances antioxygènes (1), mais moins fortement. Ceci suggère naturellement l'idée que nous pourrions observer des pulsations lumineuses plus intenses avec une substance antioxygène plus active que l'eau. Il n'est pas désirable, toutefois, d'employer une substance trop active et j'ai trouvé que le camphre réussit aussi bien que n'importe quoi. Voici, au fond d'un long tube de verre horizontal, un mélange de camphre et de phosphore. On a fait le vide dans le tube avec une machine pneumatique et on laisse l'air pénétrer lentement à travers une ouverture réglable étroite, située à une extrémité. Nous voyons des flammes brillantes traverser le tube à de courts intervalles. La vapeur de camphre empêche la combustion jusqu'à ce qu'il ait pénétré une quantité d'air suffisante pour constituer un mélange de composition favorable; la combustion s'amorce et l'onde se propage.

La période dépend évidemment de l'intensité de l'action anti-oxygène. C'est ce que j'ai pu établir en utilisant l'ammoniaque dont on peut rendre l'action anti-oxygène aussi vive qu'on le désire en la prenant sous forme de solution de plus en plus concentrée; en même temps la période des lueurs est accrue.

Si vous m'avez suivi jusqu'ici, j'espère vous avoir convaincus que les nuages lumineux mouvants, observés quand l'absorption de l'oxygène par le phosphore est presque complète, sont liés tout naturellement à la présence de substances antioxygènes.

Je vais maintenant diriger votre attention sur une autre unification du même genre. Elle a eu pour point de départ la reproduction d'une obser-

(1) J'ai cru pouvoir traduire le terme de « inhibiting substances », par celui de « substances anti-oxygènes » utilisant le mot créé par MM. Ch. Moureu et Ch. Dufraisse pour désigner les substances qui arrêtent les oxydations par l'oxygène libre. (V. Ch. Moureu et Ch. Dufraisse. *Sur l'autoxydation : les antioxygènes. Revue scientifique* 1922, p. 120). (Note du traducteur).

Digitized by Google

vation intéressante de L. et E. Bloch qui ont montré que si on met un peu de phosphore dans un tube de verre, on peut entraîner la luminosité loin du phosphore par un courant d'air et la maintenir en aval. Sous cette forme, l'expérience m'a paru assez difficile à diriger; elle réussit ou elle

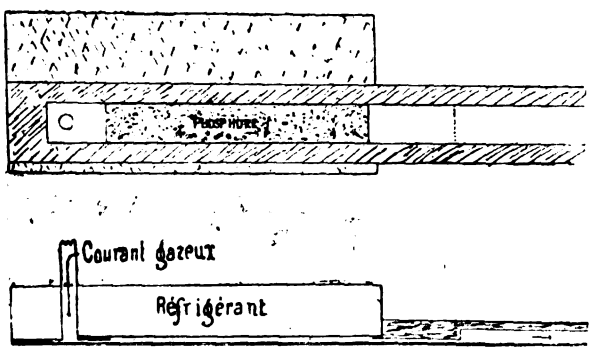


Fig. 441.

échoue sans raison apparente. Tout se résout en fin de compte à une question de température; il suffit d'une variation de quelques degrés pour modifier du tout au tout le phénomène. La figure suivante (*fig.* 441) montre les dispositifs qui furent imaginés pour que l'expérience put être convenablement dirigée. Le phosphore est pris sous forme d'une couche mince et uniforme déposée sous une profondeur convenable sur les parois d'un récipient plein d'eau. Ainsi la température ne diffère

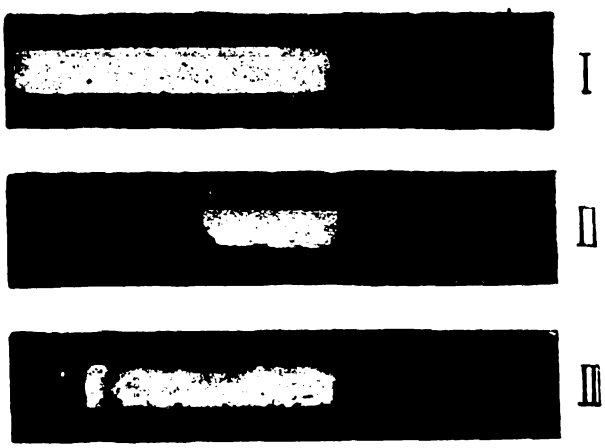


Fig. 442.

pas beaucoup de celle de l'eau. On peut la faire varier par addition de glace ou d'eau chaude. Une lamelle de verre est maintenue à une distance de un ou deux millimètres parallèlement à la plaque de phosphore et l'air circule entre les deux; le canal se prolonge au delà du phosphore et sa profondeur augmente brusquement d'environ deux pouces.

Voici des photographies (*fig.* 442 et 443), qui expliquent le phénomène. Le cliché n° I montre l'aspect de la surface de phosphore sans courant d'air; le cliché n° V montre la luminosité entraînée par le courant et se maintenant d'elle-même en aval à l'endroit où le canal est plus profond. La ligne pointillée (marquée sur la photographie) montre la position de la lame de phosphore qui est complè-

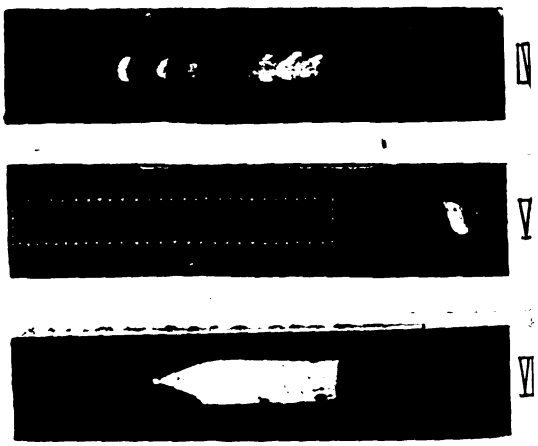


Fig. 443.

tement sombre. Ceci est essentiellement l'expérience de L. et E. Bloch. Cependant, pour aussi intéressante qu'elle soit, elle est bien loin de nous révéler tout ce que nous pouvons apprendre avec le dispositif que nous venons de décrire.

J'ai examiné l'effet des changements de température en réglant, dans chaque cas, le courant d'air de façon que la luminosité fût entraînée à mi-chemin, au-dessous du morceau de phosphore. J'ai trouvé que la vitesse du courant gazeux nécessaire pour arriver à ce résultat diminue énormément quand on abaisse la température. Ainsi, quand on refroidit depuis la température ambiante jusqu'au voisinage du point de congélation, la vitesse devient mille fois plus petite. J'ai essayé ensuite de faire varier la proportion d'oxygène et j'ai trouvé, à mon grand étonnement, que l'enrichissement de l'air en oxygène produit le même effet que le refroidissement et diminue d'une manière aussi frappante la vitesse du courant gazeux nécessaire. Dans ces deux cas, quand la vitesse est réduite à environ 1 cm. par seconde, l'effet final est de rendre la flamme tremblotante et instable. En refroidissant un peu plus ou en ajoutant un peu plus d'oxygène, elle s'éteint tout à fait.

Maintenant nous devons nous rappeler un fait sur lequel on insiste assez souvent de nos jours, c'est que le mouvement est relatif. Nous avons

Digitized by Google

jusqu'ici considéré le courant gazeux comme agissant sur un nuage lumineux fixe, mais nous pouvons également regarder le nuage lumineux comme se propageant lui-même dans la direction opposée à travers l'air immobile. Quand l'air est devenu très riche en oxygène, le courant nécessaire est faible; en d'autres termes, la propagation est lente. Il apparaît alors que l'*extinction est le cas limite d'une propagation très lente*. Si nous pouvons indiquer la cause de la propagation lente nous n'aurons pas à chercher bien loin la cause de l'extinction.

Cependant, avant de continuer, je veux attirer l'attention sur quelques curieux effets que l'on observe au cours de ces expériences sur le courant gazeux. La même succession de changements se produit, que nous abaissions la température ou que nous augmentions les proportions d'oxygène. Je supposerai, pour fixer les idées, que nous ayions adopté cette deuxième marche de l'expérience. Quand l'oxygène est en proportions très faibles, la luminosité tend à se fixer en des points déterminés, d'où il n'est pas facile de la détacher. Le cliché n° II de la figure 442 montre, jusqu'à un certain point, ce phénomène, quoique dans d'autres expériences il ait été plus saisissant. Par un examen attentif, il apparaît que ces points particuliers sont des dépressions dans la surface du phosphore, partiellement abrités contre le courant gazeux. En ces endroits, la lumière prend naissance et une fois née elle souille le gaz en aval et empêche le courant de se propager au delà. C'est ce que montre clairement le cliché n° VI (*fig.* 443). Dans ce cas, on avait fait intentionnellement un trou.

Si nous augmentons la proportion d'oxygène, une brillante colonne lumineuse se forme suivie d'un espace plus sombre, puis d'une luminosité uniforme. Cette colonne brillante décèle, sans aucun doute, la combustion de la vapeur dégagée par le bâton de phosphore qui s'est accumulée pendant que le courant passait au-dessus de la surface sombre.

On observe le stade n° IV, quand le courant est si riche en oxygène que l'extinction est proche. On voit qu'il s'est développé une succession de colonnes brillantes qui sont séparées par des espaces sombres. Cette photographie a demandé quatre heures d'exposition et n'a pas été obtenue sans peine car il est difficile d'éviter tout mouvement de la colonne lumineuse pendant aussi longtemps. A l'œil nu, les colonnes présentaient une forme tout à fait régulière le long du tube. La partie confuse, à droite du cliché, est due à d'inévitables déplacements.

Je ne pourrais tenter qu'une explication incomplète de ces effets complexes, reproduits sur le cliché n° IV (*fig.* 443) et je ne veux pas vous en embarrasser. Bornons-nous à nous demander pourquoi la propagation se produit et pourquoi elle est plus lente en présence d'un excès d'oxygène.

Dans la comparaison avec une traînée de poudre, dont je me suis servi tout à l'heure, il n'y a pas de doute que la propagation se produit tout d'abord parce que chaque couche qui a commencé à s'enflammer échauffe la couche suivante et l'enflamme à son tour. Dans le cas du phosphore, cette explication est difficilement soutenable, car la vapeur de phosphore présente n'est qu'une très petite fraction du mélange gazeux qui la contient et on peut calculer qu'elle ne peut émettre assez de chaleur pour élever la température de plus de un ou deux degrés, ce qui n'est pas suffisant.

Nous devons rechercher quelque autre processus par lequel la réaction dans une couche puisse déterminer la réaction dans la couche suivante, et j'émets l'hypothèse que l'action est de l'espèce de celles dites catalytiques. Les produits de la combustion d'une couche peuvent favoriser la réaction dans la couche suivante grâce à un processus analogue, par exemple, à celui par lequel du platine finement divisé provoque un si grand nombre d'actions chimiques entre les gaz, quelques-unes d'entre elles ayant une importance industrielle. Il est vrai que cette explication est incomplète et, dans une certaine mesure, spéculative. D'un autre côté, comme j'espère vous en convaincre, elle coordonne beaucoup de faits très difficiles à concilier autrement; et si quelqu'un est porté à la critiquer, ce qu'il peut faire de plus utile consiste à préciser ses objections en appelant l'attention sur des faits incompatibles avec l'hypothèse, s'il y en a.

Une des singularités les plus frappantes du genre d'action que j'ai invoqué est la facilité avec laquelle le catalyseur est mis hors d'usage ou, comme on dit, *empoisonné*. Plusieurs conquêtes industrielles importantes ont dépendu du succès avec lequel on a empêché cette altération de se produire. L'état d'une surface capable de produire cet effet est quelque chose de très fragile et je crois que lorsque la luminosité du phosphore s'arrête, cela signifie simplement que les particules d'anhydride phosphorique ou d'un autre produit de la combustion sont détruites ou *empoisonnées* par la condensation sur elles des molécules de substances antioxygènes, et que ceci les empêche d'aider à la propagation. Il est digne de remarque, que la plupart des substances antioxygènes sont des vapeurs facilement condensables, de sorte qu'il serait assez vraisemblable qu'elles agissent de cette façon. L'oxygène fait exception, mais il est à remarquer, premièrement qu'il n'agit que lorsqu'il est humide

Digitized by Google

et deuxièmement qu'il doit se trouver en très grand excès, environ 20.000 molécules d'oxygène pour une de vapeur de phosphore, avant qu'il puisse éteindre la luminosité. Les substances antioxygènes, telles que l'ammoniaque, agissent, sans doute, en formant une union chimique définie avec l'anhydride phosphorique.

Enfin, les vues que j'ai exposées exigent que nous supposions que la combinaison éclate toujours sporadiquement en des centres isolés, quoiqu'en la présence d'une substance antioxygène elle ne puisse se propager spontanément.

J'ai pu récemment établir directement que c'est effectivement ce qui se produit quand l'oxygène est la substance empêchante. Quand on abaisse la pression du gaz, le phosphore brille, mais quand on l'élève de nouveau le phosphore s'éteint brusquement comme une bougie qu'on souffle. Cependant, dans ce dernier cas, j'ai trouvé, par des observations portant sur plusieurs semaines, qu'une lente absorption se produisait pendant tout ce temps et qu'elle était due à une action entre l'oxygène et la *vapeur* de phosphore.

Toutes ces recherches sortent un peu du cadre des principales préoccupations scientifiques actuelles, mais j'espère avoir donné la conviction qu'il y a encore un domaine captivant de recherches sur des phénomènes qui nous sont familiers depuis des siècles.

Lord RAYLEIGH,
Membre de la Société royale de Londres.

Traduit par A. BOUTARIC,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

LES PAYSAGES DE LA GÉOGRAPHIE

Ils sont loin de nous, les temps où la géographie n'était faite que d'ennuyeuses et insipides nomenclatures. Elle est arrivée maintenant à la pleine conscience de son véritable objet, qui est la description raisonnée et l'explication synthétique du mécanisme de la surface terrestre, occupée ou non par les hommes. L'accomplissement d'une pareille tâche exige le concours de deux ordres de recherches très différents : le premier est celui qui coordonne au profit de la géographie les faits d'observation moléculaire recueillis par de nombreuses autres sciences, de la physique aux sciences sociales, ne passant par les sciences naturelles ; le second, qui appartient en propre au travail géographique, est celui qui cherche à décrire et à interpréter les ensembles accessibles à l'observation visuelle, que celle-ci soit immédiate, télescopique ou idéale, puis à enchâsser systématiquement dans ces ensembles les faits recueillis par les observations moléculaires. Deux stades logiquement séparables, mais qui, dans la réalité, se confondent le plus souvent l'un avec l'autre. Par eux se constitue la notion géographique élémentaire du *paysage*, qui, de proche en proche et par additions successives, peut s'étendre jusqu'à circonscrire des parties très vastes de la surface terrestre. La description et l'interprétation du paysage ne sont pas toute la géographie, soit physique, soit humaine. Mais elles constituent les assises solides et indépendantes de l'une comme de l'autre ; sans la notion du paysage et sans le besoin d'explication qu'elle fait naître, la géographie serait une science de noms, d'étiquettes et de statistiques, c'est-à-dire peu de chose.

Le mot même de *paysage* et l'acception que le langage courant lui donne ne sont pas nouveaux. Ce qui est très récent, au moins dans une certaine mesure, c'est le sens et l'orientation particulière que la description géographique confère au paysage. Avec elle, il n'est plus un état d'âme, comme chez les littérateurs. Il n'est plus un ensemble harmonieux de couleurs et de lignes, comme chez les peintres. Il n'est plus, comme chez les naturalistes, un simple replacement des êtres vivants des deux règnes dans les conditions de milieu où ils évoluent. Le paysage géographique, c'est la description raisonnée, pour un compartiment déterminé de la surface terrestre, du mécanisme engendré par le contact des trois états de la matière, solide, liquide et gazeux, et par les réactions diverses du milieu sur les organismes et des organismes sur le milieu. Les géographes construisent leurs paysages en dehors des préoccupations subjectives qui sont celles des littérateurs et des peintres, et en dehors des procédés d'observation microscopique qui sont ceux des naturalistes. Aussi les géographes ont-ils des procédés d'observation et de construction logique qui sont bien à eux. Il arrive parfois que d'autres les emploient ; mais alors, ceux-là font de la géographie comme M. Jourdain faisait de la prose, sans le savoir. Aucun écrivain scientifique ne donne, aussi bien que Loti dans *Vers Ispahan*, l'idée du puissant mécanisme terrestre, montagneux et demi-désertique, que constituent les gradins du plateau persan.

Le caractère si nettement autonome du paysage, tel que les géographes le comprennent, justifierait pour le désigner l'emploi d'un mot spécial, comme

Digitized by Google

celui qui existe en anglais, *scenery*, bien plus compréhensif et mieux déterminé que notre *paysage*. Vidal de la Blache, qui s'en rendait bien compte, avait essayé de franciser le mot anglais en *scénerie*. Mais notre langue s'est montrée rebelle à ce néologisme. Peu importe, pourvu que nous sachions clairement de quoi nous parlons, en géographie, lorsque nous décrivons un *paysage*.

Nécessairement, le paysage géographique a l'œil de l'observateur comme centre ; nécessairement, au moins au début des observations, on ne peut concevoir qu'un observateur placé sur le sol même de la terre. Mais, dès le début aussi, paraît l'obligation de réunir dans le champ visuel le plus grand nombre d'accidents possible, donc d'étendre ce champ jusqu'aux extrêmes limites concevables, ce qui conduit à supposer l'observateur placé sur un des points élevés de la surface : montagnes, hautes collines, monuments élevés, phares de la côte. Plus tard, lorsque la notion du paysage s'enrichit et se développe, on est conduit à supposer des champs de vision infiniment plus étendus que ceux donnés par les plus hautes montagnes, car ceux-là demeurent toujours assez limités en raison de la courbure de la surface terrestre. On peut conventionnellement placer l'œil de l'observateur dans les espaces interplanétaires, assez loin pour réunir dans son champ une partie importante de la surface courbe du globe, et assez près pour percevoir, soit par vision directe, soit par télescope, les accidents significatifs de cette surface.

Qu'il s'agisse de vision réelle ou de vision conventionnelle, la description synthétique des accidents terrestres qui s'encadrent dans cette vision présente toujours un caractère identique, qui différencie profondément le paysage géographique de toutes les autres formes du paysage. En géographie, l'œil et l'esprit de l'observateur progressent, non du centre à la circonférence, mais de la circonférence au centre. C'est à la ligne d'horizon que l'observateur court d'abord. C'est cette ligne dont il cherche à dégager la signification avant toutes choses, et c'est d'elle qu'il part pour se rapprocher peu à peu du centre en intégrant et en tâchant d'interpréter, à leur rang et selon leur importance, des accidents de plus en plus nombreux. Donc, cette ligne d'horizon, à laquelle j'ai donné le nom astronomique de *terminateur* détourné de son sens (1), mais singulièrement expressif, n'est pas seulement, en géographie, l'encadrement quelconque d'une image. Elle est la partie la plus significative de l'image elle-même. Tout le reste vient au second et au troisième plan.

(1) C. Vallaux, *Les Sciences Géographiques*, Paris, Alcan, 1925, ch. IV.

Voici un dessin qui, malgré son schématisme, contient la plupart des éléments essentiels *représentables* d'un paysage géographique : il nous donne le Rhin dans la traversée des plateaux primaires, quelque part entre Bingen et Bonn (fig. 444). Je

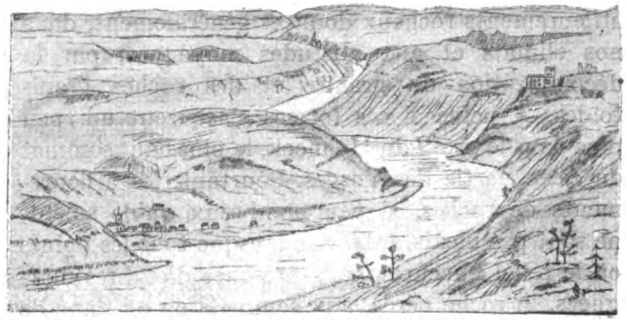


FIG. 444. — Le Rhin dans la traversée des plateaux primaires (d'après O. Barré, l'*Architecture du sol de la France*, p. 93).

dis quelque part, car le paysage est assez réduit à ses éléments essentiels pour que le village du premier plan et le *burg* du second plan soient aussi bien tel village et tel *burg* que tels autres. La ligne uniforme d'horizon, entaillée par la profonde coupure du Rhin et par quelques coupures d'affluents, donne une idée saisissante de la *pénéplaine* primaire autrefois arasée et ultérieurement affouillée dans l'épaisseur de ses schistes par l'érosion rhénane. Plus près, le *burg* accroché au coteau évoque l'exploitation féodale de la route rhénane ; plus près encore, le village populeux du fond de la vallée, en contraste avec les plateaux déserts, et les quelques arbres résineux accrochés aux pentes indiquent des éléments essentiels d'interprétation pour la géographie biologique et pour la géographie humaine.

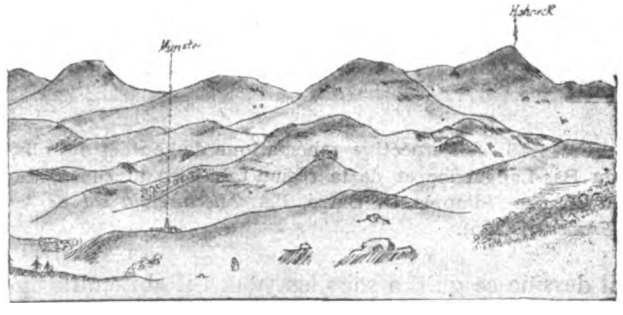


FIG. 445. — Les Hautes Vosges vues de la vallée de Munster, d'après Hogard (d'après O. Barré, l'*Architecture du sol de la France*, p. 113).

Aussi schématique, et pourtant bien expressive aussi, se montre la représentation des Hautes-Vosges vues de la vallée de Munster, d'après

Digitized by Google

Hogard (fig. 445). Plus encore que sur les plateaux rhénans, les formes topographiques nettement accusées par le *terminateur* se retrouvent à tous les plans successifs de l'image, à mesure qu'on se rapproche du point où l'observateur se trouve placé. Ce sont les formes arrondies et pauvres en affleurements rocheux données généralement, dans nos climats et aux altitudes moyennes, par la décomposition du granite et des roches granitoïdes. A peine si ces formes s'accusent un peu plus dans le profil du Hohneck, le plus haut sommet de cette partie des Vosges. Pourtant, les affleurements de roches, si peu nombreux qu'ils soient, ne sont pas inexistants. Sur presque tous les points où le relief s'accuse par la présence d'ombres marquées, la roche perce, aux sommets ou en flanc de coteau, le tapis détritique ou végétal. Cela est vrai surtout pour les accidents topographiques du *terminateur*, qui sont les plus élevés. A mesure qu'on se rapproche de Munster, les ombres accusent plutôt les masses forestières, dont le caractère et même la composition générale deviennent nettement discernables aux premiers plans, tandis qu'à côté d'elles les affleurements granitiques se montrent encore de place en place.

Jusqu'ici, notre observateur est à la surface du sol. Plaçons-le, maintenant, à une certaine hauteur ; imaginons que, sans avoir recours à la photographie, en considérant les choses en perspective cavalière et en négligeant ce qu'il domine verticalement,

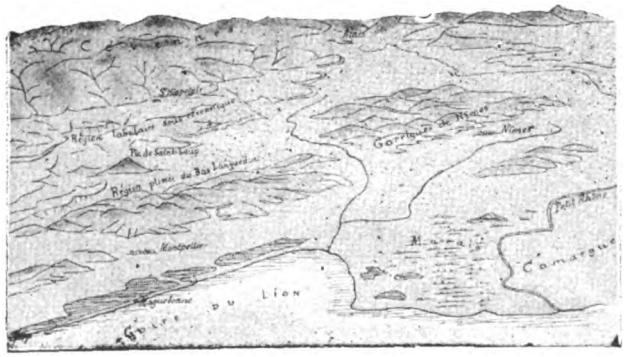


FIG. 446. — Perpective schématique du contact des plis du Bas-Languedoc et de la région tabulaire du centre de la France (d'après O. Barré, l'*Architecture du sol de la France*, p. 255).

il dessine ce qu'il a sous les yeux : il obtiendra un paysage tel que celui que nous représentons dans notre figure 446 (*Perspective schématique du contact des plis du Bas-Languedoc et de la région tabulaire du centre de la France*). Ce serait une image de démonstration géographique : l'auteur l'a dessinée dans ce but. Mais c'est aussi, malgré son schématisme, une image de réalité. Pour la vision ordinaire et même pour la vision télescopique, à la distance où l'on suppose placé l'observateur, presque tous les accidents disparaissent, notamment ceux qui proviennent du monde vivant, représenté seulement par les grosses agglomérations humaines et aussi, au premier plan, par les marais de l'embouchure du Rhône. *Les grandes lignes topographiques subsistent seules*, depuis les masses horizontales ou arrondies des Cévennes, éraflées par les accidents d'érosion et terminées en plateaux aux pans nettement coupés, jusqu'aux plissements plus récents du Bas-Languedoc et de Nîmes et jusqu'à la plaine littorale. Ce dessin montre nettement comment, du paysage géographique, on passe à la carte, moins expressive, plus conventionnelle, mais toujours plus étendue. La figure 446 est encore un paysage, mais c'est déjà une carte. Et c'est ainsi, c'est-à-dire en perspective cavalière, que pendant longtemps, toutes les cartes furent faites, tant que les canevas mathématiques et l'emploi des projections n'obligèrent pas les cartographes aux représentations à éclairage zénithal, où la convention remplace nécessairement la figure de la réalité.

Que ces conventions soient une nécessité absolue, les photographies d'avion nous le prouvent bien. Ces photographies apportent depuis quelques années de grands secours à la notion géographique du paysage, elles en montrent nettement le vrai caractère. Lorsque les photographies d'avion sont prises en perspective cavalière, elles ne diffèrent pas essentiellement de dessins tels que ceux que nous avons vus : pour elles, comme pour ceux-ci, l'élément essentiel, c'est la ligne d'horizon ou *terminateur*, à partir de laquelle le jeu des ombres accuse nettement les accidents topographiques qui demeurent, jusqu'aux abords des premiers plans, les dominantes des paysages. Mais lorsque les photographies sont prises normalement au-dessus de la surface du sol considéré, des différences profondes apparaissent. Le *terminateur* disparaît, la topographie s'estompe ou s'efface, sauf dans les régions où elle est très fortement accusée. En revanche, les caractères fournis par les associations végétales et par les travaux des hommes apparaissent beaucoup mieux, ceux-ci surtout, en raison de leurs formes géométriques aux lignes nettement dessinées. *Le monde vivant, pour une vision de cet ordre, recouvre et efface dans une certaine mesure le monde minéral.* De sorte que, sous nos climats tout au moins, c'est surtout à la géographie biologique et à la géographie humaine que la photographie d'avion peut servir. Elle reprend son efficacité pour la géographie physique, dans les régions de hautes montagnes et de déserts.

La photographie reproduite à la figure 447 montre nettement ce que donne la photographie d'avion

Digitized by Google

dans les régions humanisées. Elle représente le site de Sainte-Maxime, sur la côte des Maures, en Provence. Remarquons qu'à première vue l'élément topographique du paysage disparaît presque. Il

Fig. 447. — Photographie aérienne de Sainte-Maxime (côte des Maures, Provence).

n'est pas négligeable pourtant : à la partie centrale de la photographie, à peu de distance au nord de Sainte-Maxime, les collines montent à 120 mètres au-dessus de la mer. Mais la topographie est comme masquée derrière l'écran des bois, des champs et des enclos. Elle ne se révèle qu'à un examen plus attentif, aux zigzags des routes et des chemins qui escaladent les pentes. C'est donc, en réalité, un caractère de géographie humaine qui souligne la topographie et la rend visible. Mais partout ressortent la transformation et l'aménagement de la surface terrestre par les hommes, depuis les villas de Sainte-Maxime jusqu'aux damiers de culture et aux bois en coupe réglée. L'élément topographique de base ne ressort pas d'une manière aussi nette, de sorte que nous pourrions dire que cette photographie, malgré sa perfection, ne nous donne qu'une image insuffisante du paysage de Sainte-Maxime au point de vue de la géographie physique. Elle donne, au contraire, à la géographie humaine tout ce qu'elle peut désirer.

Transportons-nous maintenant dans une région moins humanisée, où se trouvent côte à côte un paysage fruste et un paysage à demi-façonné : nous sommes sur un point facile à repérer sur une carte de la péninsule des Balkans, en Macédoine, au confluent du Vardar et de la Tresca, à 7 kilo-

Fig. 448. — Photographie aérienne du confluent du Vardar et de la Tresca, près d'Uskub.

mètres à l'ouest de Skoplje (Uskub) (fig. 448). Ici, des traits de la géographie physique ressortent vigoureusement. Et d'abord, le confluent des deux rivières avec les atterrissements sablonneux de la Tresca repoussés par le flot du Vardar. Puis, les rampes rocheuses et incultes qui limitent la vallée à l'ouest de la Tresca et du Vardar ne laissent aucun doute sur les caractères de la topographie et sur la force de l'érosion torrentielle. D'autre part, le peu de netteté de la représentation du village situé à l'ouest de la Tresca montre bien que nous sommes dans un pays où la civilisation ne met pas encore sur le sol une empreinte bien profonde. Toutefois, le découpage en damier des fonds de la vallée, à l'est du Vardar, indique un effort de mise en valeur d'autant plus instructif qu'il est sans doute plus récent. Déjà nous sentons ici qu'un paysage géographique ne prend vraiment sa signification que s'il est possible de le comparer avec lui-même à un autre instant de la durée. Cette observation, comme nous le verrons tout à l'heure, a une portée très générale.

A défaut d'une comparaison de cet ordre, nous avons une instructive gradation de sauvagerie croissante dans un paysage voisin, pris sur la Tresca à 13 kilomètres au sud-ouest de Skoplje (fig. 449). Les traces d'humanisation s'effacent et disparaissent. Une rigole torrentielle nettement marquée les sépare d'un paysage d'âpres montagnes couvertes d'une brousse sauvage. Cette brousse est trop

Digitized by Google

maigre pour dissimuler les formes du terrain, qu'une incidence heureuse de l'éclairage solaire fait encore mieux ressortir. Ici l'élément topographique reprend toute sa valeur. Mais il ne la reprend que parce qu'il s'agit de montagnes pratiquement déboisées. Or, il y a des chances pour que ce déboisement résulte en partie de l'effort humain ou des

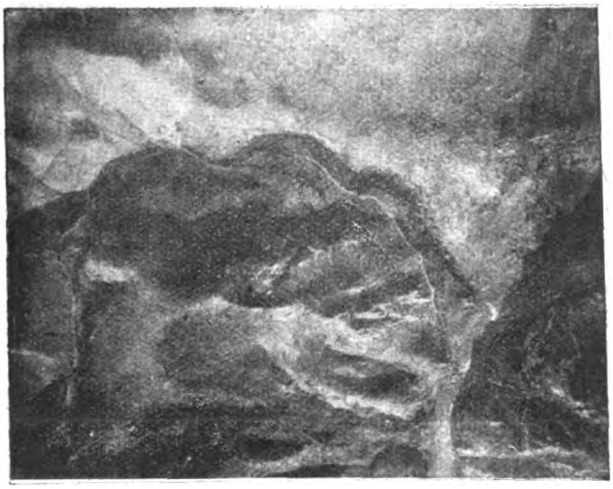


FIG. 449. — Photographie aérienne prise au-dessus de la vallée de la Tresca, à 13 kil. d'Uskub.

(Les trois photographies aériennes sont dues à l'obligeance de la maison Marcel Chrétien, 13, rue de Buci, Paris.)

déprédations d'animaux domestiques comme les chèvres. Dans ce cas encore, ce sont donc, en dernière analyse, des caractères de géographie humaine qui donnent toute sa valeur à la photographie aérienne du paysage.

Au fond, le paysage d'avion pris verticalement est trop exclusivement *anthropocentrique* pour servir aux principaux objets de la géographie. Il lui rend de précieux services par la netteté des détails groupés autour du centre de vision. Mais le paysage en perspective cavalière est le seul qui satisfasse pleinement aux objets essentiels de la description géographique, car lui seul nous donne le *terminateur*, les plans successifs depuis la ligne d'horizon, et l'intelligence des grandes lignes de la topographie.

Cette topographie que représente avant tout le paysage géographique n'est pas un *complexus* de formes inertes et dépourvues de signification, mais un mécanisme où se manifestent en équilibre instable les forces issues de l'air, du sol et des eaux, ces forces dont la connexion fait l'objet essentiel de la géographie physique. Il y a lieu de tenir compte de ces trois ordres de faits dans l'étude de toutes les formes du paysage terrestre, sauf pour les déserts où l'action des eaux est presque partout fossilisée. Dans les paysages, comme ceux de nos climats tempérés, il est bien rare qu'il ne faille pas tenir compte à la fois de la composition minéralogique du sol (*facteurs génétiques*), des anciens efforts de plissement, de contraction et d'arasement qui sont le legs et le trait d'union de la géologie à la géographie (*facteurs tectoniques*), et enfin, et surtout, de la sculpture du sol superficiel par le travail des agents atmosphériques, des eaux courantes et des eaux souterraines (*facteurs du modelé*). Bien que la géographie physique soit habituée à considérer cette dernière catégorie de forces comme la catégorie principale, elle aurait tort de le faire au point de rejeter complètement les deux autres dans l'ombre. Le modelé superficiel diffère beaucoup selon la nature des roches travaillées, et une même roche ne se laisse pas travailler de la même manière par les agents atmosphériques, selon qu'elle est, par exemple, au niveau de la mer, en surface de plateau ou à trois ou quatre mille mètres d'altitude ; il faut y ajouter que la tectonique intervient aussi, non pour donner directement les lignes du paysage actuel, mais pour orienter d'une manière particulière l'effort de l'érosion. Les granites de Bretagne, des Vosges et des cimes alpestres, dont la composition moléculaire est à peu près identique, donnent naissance à des paysages très différents : moutonnements très aplatis en Bretagne, moutonnements beaucoup plus accentués dans les Vosges, puis, dans les Alpes, arêtes vives et blocailles découpées par le gel.

Toutes ces connexions qui ressortent de la représentation géographique du paysage et qui servent à établir sa description raisonnée commencent aujourd'hui à être bien connues. Il y en a une dont le rôle n'a pas été encore, selon nous, suffisamment mis en lumière, malgré les efforts de Daubrée et de Martel. C'est la part de la circulation souterraine des eaux, non seulement dans les effondrements locaux de la surface, mais dans le dessin général de celle-ci et notamment dans le dessin des vallées. On peut relever ici un léger défaut de la méthode géographique par représentation et interprétation synthétique du paysage. On s'est trop habitué à chercher uniquement sur la surface terrestre la clef de ce qui se passe à cette surface. De même qu'en construisant une image immobile du paysage, on fait disparaître très injustement l'influence rythmique ou oscillante des agents cosmiques et notamment de la radiation solaire. Double défaut qui diminue beaucoup la portée compréhensive de la notion géographique du paysage, mais qui est appelé à s'atténuer et à disparaître tout à fait dans l'avenir.

Mais ne parlons pas encore de la *rotation* des paysages. Notre notion statique des paysages géographiques n'est pas complète. Il faut que nous fassions entrer les formes vivantes, non pas sous

Digitized by Google

l'aspect de l'*enduit organique* qu'elles constituent à la surface du globe quand elles sont fossilisées ou minéralisées, mais sous l'aspect d'êtres vivant de leur vie propre. Le plus souvent, les êtres vivants n'entrent dans les paysages géographiques que lorsque se présentent en masse des êtres de même nature dont le grand nombre change l'aspect de la surface du sol. Quelquefois, pourtant, il suffit d'un petit nombre d'animaux ou de végétaux, puissamment caractérisés, pour donner au paysage un signalement particulier.

Les groupements d'êtres vivants se voient d'abord, et surtout, sous la forme de grandes *associations végétales* comme celles que Humboldt vit dessinées par la nature au flanc des Andes, et qu'il décrivit en termes propres à ouvrir à la géographie des horizons nouveaux. Associations forestières de montagnes, faites de conifères et de bouleaux ou d'arbres à feuillage caduc selon les zones d'altitude; grandes associations forestières des plaines qui forment souvent la dominante exclusive du paysage, comme dans la forêt subarctique et dans la forêt équatoriale; forêts-galeries le long des cours d'eau, dans la zone des savanes; associations de graminées dans les zones de steppes, où reviennent toujours trois ou quatre espèces dominantes; brousse méditerranéenne, paysage du palmier-nain de l'Afrique mineure : toutes ces formes d'ensemble de la vie organisée, et bien d'autres, concourent efficacement à la définition du paysage géographique par les connexions de climat et d'altitude. Elles arrivent au premier plan lorsque le facteur topographique s'efface tout à fait et lorsque le *terminateur* confondu avec la ligne horizontale théorique est dépourvu de toute signification.

La mobilité des animaux et le fait que les plus grands d'entre eux ne sont jamais réunis en troupes compactes comme les grands végétaux empêchent le monde animal, l'homme excepté, de mettre sur le paysage géographique une empreinte aussi profonde. Cependant, les cas ne manquent pas où les animaux concourent à la définition essentielle du paysage, soit par leur présence même, en masse et parfois isolément, soit par leurs travaux. A la fin du XVIII^e^ siècle, les troupeaux souvent fort nombreux de lions, d'éléphants, d'antilopes et de gazelles formaient un élément constituant et essentiel, aujourd'hui disparu, du *veldt* de l'Afrique australe. L'explorateur russe Prjevalski fut étonné de voir réunis en troupes nombreuses les yaks et les hémiones sur les plateaux du Thibet. Vambéry fut également surpris de voir des troupeaux d'hémiones dans les steppes du Turkestan. L'extermination à peu près complète des bisons dans l'Amérique du Nord a modifié le paysage du Far-West dans un de ses caractères essentiels. Il arrive, plus rarement, que des individus peu nombreux mettent leur marque sur le paysage de manière à faire corps avec lui : tel est le cas du condor au-dessus des montagnes des Andes, de l'ours blanc dans les glaces polaires arctiques, de l'albatros au-dessus du désert d'eau de l'Océan austral.

Les travaux individuels ou collectifs des animaux peuvent même modifier le paysage d'une manière directe. Ainsi font les castors de Laponie et les termites de l'Afrique équatoriale et australe. Mais, sous ce rapport, l'action la plus puissante qui existe sur le globe est celle des polypiers du corail, dans les mers des zones chaudes.

Ces derniers faits pourtant, sauf l'action des polypiers du corail, sont de peu d'importance auprès de la *déformation des paysages naturels par le travail humain*. Les photographies aériennes nous rendent le service de mesurer exactement cette déformation et de nous en faire voir la portée, même dans les régions que nous regardons comme relativement peu humanisées. A plus forte raison ce travail de déformation devient essentiel. dans les pays de civilisation avancée, au point d'effacer parfois les caractères fondamentaux des paysages naturels. On comprend que la *géographie humaine* fasse de cette déformation l'objet essentiel de ses études : décomposer les paysages en éléments premiers, donnés par la nature, en éléments seconds, donnés par les hommes, et déterminer jusqu'à quel point les éléments premiers ont servi à constituer les éléments seconds. Nous ne sommes qu'au début de ces études, qui sont appelées à prendre le plus grand essor.

Tout ce qui précède nous a servi à définir le paysage géographique à un moment quelconque de la durée. Mais, comme nous l'avons déjà indiqué, une image fixe ne nous donnerait pas une idée suffisante et complète du paysage. Bien au contraire, nous devons le considérer comme un *complexus* sans cesse en mouvement : le paysage de la géographie est *cinématique;* si nos représentations ne peuvent donner la notion de ce mouvement continuel, au moins faut-il que nos descriptions raisonnées en tiennent compte. et une fois de plus la description synthétique se montre inséparable de l'image. Les changements qui modifient sans cesse les paysages sont de plusieurs sortes : les uns proviennent de causes cosmiques sans rythme déterminé ou à rythme indiscernable pour nous (tremblements de terre, éruptions, changements climatiques); d'autres proviennent de l'action humaine sans cesse en travail; d'autres enfin, qui sont de beaucoup les plus importants, proviennent des oscillations diurnes et saisonnières de la lumière solaire, faciles à mesurer dans le temps, et aussi des variations rythmiques de la radiation solaire dont nous commençons à entrevoir la valeur (périodicité des taches,

Digitized by Google

loi de Schwabe). Bien que l'oscillation diurne ait une portée très grande et constitue vers les pôles terrestres, à elle seule, toute la *cinématique* du paysage, elle cède en importance, sur la majeure partie du globe, à l'oscillation saisonnière, qui permet de définir les paysages géographiques par quatre états successifs, là où existent les quatre saisons des régions tempérées, et par deux seulement, là où les saisons intermédiaires disparaissent. On voit que cette donnée du mouvement plus ou moins rapide des paysages fournit déjà pour ceux-ci un élément de classification rationnelle, d'autant plus précieux que par leur nature même les paysages géographiques semblent *insuperposables* et impossibles à ramener à des définitions communes. En réalité, les choses ne nous paraissent ainsi que parce que ces études sont encore peu avancées. Plus tard, le particulier et les accidents tomberont, le général et le permanent à rythmes réguliers se dégageront de mieux en mieux.

La description raisonnée du mécanisme des paysages ne constitue pas à elle seule toute la géographique physique et humaine, car il y a des faits géographiques qui échappent à l'observation visuelle réelle, télescopique ou idéale. Mais si cette description ne constitue pas toute la science à elle seule, elle en forme la majeure partie, et elle prépare les voies pour le processus d'explication où figurent, chacune à la place qui lui convient, les connexions de surface entre les trois états de la matière, liquide, solide et gazeux, ainsi que les actions de ces trois états sur les formes vivantes et les réactions de celles-ci.

Camille VALLAUX,
Docteur ès-lettres,

REVUE INDUSTRIELLE

LA PYROGÉNATION PRÉALABLE DES COMBUSTIBLES ET L'UTILISATION DU RÉSIDU SOLIDE OU SEMI-COKE.

Chauffage industriel. — L'utilisation la plus générale d'un combustible est sa combustion vive dans un foyer.

Dans les appareils industriels, le processus de la transmission de la chaleur ainsi développée est fort complexe. La chaleur sensible des gaz de combustion s'associe aux rayonnements vers les parois, des gaz opaques, du combustible et du coke en ignition sur la grille. Grâce à la convection, le courant gazeux dépose sa chaleur sensible sur les parois. Enfin, la conductibilité permet le chauffage des murs de l'enceinte, de la chaudière, de l'eau en mouvement etc...

Il s'agit d'obtenir, d'abord, toute la chaleur possible et, pour cela, d'éviter les imbrûlés solides ou gazeux ; en outre, il faut tâcher d'avoir cette énergie calorifique avec la moindre dégradation, c'est-à-dire à une température aussi élevée que possible.

La masse d'air strictement suffisante à la combustion (11 kg. 594 pour 1 kg. de carbone ; 34 kg. 784 pour 1 kg. d'hydrogène) ne permettrait pas d'éviter les imbrûlés, aussi faut-il se résigner à admettre un accès d'air, ce qui est fâcheux : la quantité de chaleur dégagée étant indépendante de l'oxygène et de l'azote non combinés, et la présence de ces éléments surabondants abaissant la température de la combustion.

***

Afin de diminuer l'excès d'air, on s'évertue à favoriser le contact intime du combustible et du comburant.

Ce sont les combustibles gazeux qui procurent, évidemment, le meilleur mélange. Une partie du comburant, dit *air primaire*, peut être à l'avance, mélangé très soigneusement et sans danger au gaz combustible ; l'appoint ou *air secondaire* ne sera apporté que sur le foyer même. Les remous, les tourbillons que l'on peut créer, notamment en dirigeant le mélange gazeux sur un empilage de briques (Surface Combustion C°) ou à l'intérieur d'une matière poreuse (procédé William Bone) assurent le contact parfait des molécules gazeuses, de sorte que l'on n'a plus qu'un *minimum* d'air en excès.

Pour les combustibles liquides, on cherche de même, par une pulvérisation bien conduite, à obtenir des gouttelettes de petit volume afin d'augmenter la surface de contact entre combustible et comburant.

En ce qui concerne les combustibles solides, on devra les calibrer de sorte que les lits déposés sur les grilles offrent à l'air des itinéraires d'égale résistance. On rejettera les combustibles dont les cendres trop fusibles enroberaient des particules de coke que l'on retrouverait, imbrûlées, dans le mâchefer.

Nous avons vu, aussi, que la pulvérisation des charbons améliore de beaucoup la surface offerte au comburant à poids égal.

Enfin, il convient d'assurer la persistance de la combustion en évitant les refroidissements de la zône d'allumage ; par exemple, en y faisant converger les rayons des parois chaudes, en provoquant un afflux d'air chaud, lorsqu'on veut brûler

Digitized by Google

des charbons anthraciteux ou humides (gadoue, tannée, tourbe, etc...).

***

La température de combustion sera portée à son maximum, si l'on chauffe l'air comburant et même le combustible, si l'on assure la combustion avec une masse d'air qui se rapproche, d'aussi près que possible, de la quantité strictement suffisante.

Il est évident que l'on obtiendra les meilleurs résultats avec les combustibles de haut pouvoir calorifique, mais l'accroissement de la chaleur spécifique des gaz avec la température, la dissociation de ceux-ci, *la fusibilité des cendres* assignent bientôt une limite à la réalisation dès hautes températures, un « plafond », si l'on peut employer dans ce cas, une image empruntée à l'aviation.

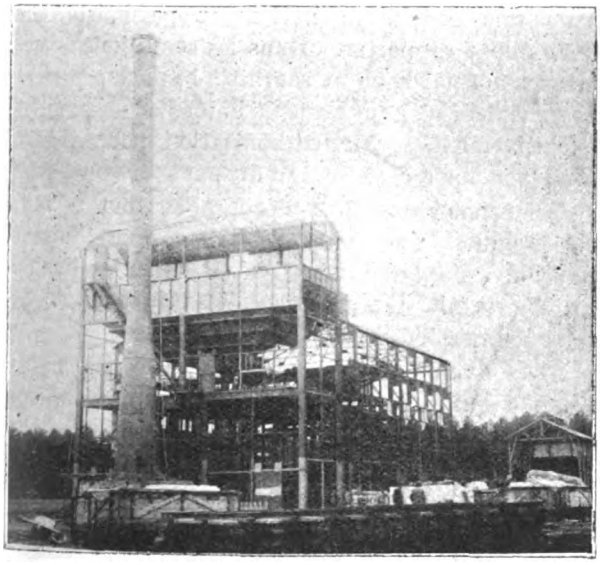


Fig. 450. — Mines de Laluque. Construction de l'usine de carbonisation destinée à traiter 120 tonnes par jour.

***

Du tableau rapide des moyens industriels qui permettent d'obtenir l'énergie calorifique avec le maximum d'utilisation possible, c'est-à-dire à haute température, il ressort que, les combustibles pulvérisés, solides ou liquides, et mieux les gaz, offrent la meilleure solution du problème.

Ce n'est là, d'ailleurs, qu'une des faces de la question : il faut considérer, en effet, que l'énergie thermique n'est pas la seule énergie que l'on peut tirer d'un combustible. On sait que cette forme d'énergie est tellement inférieure que l'on se trouve conduit, dans beaucoup de cas, à transformer l'énergie calorifique en énergie électrique.

Mais, si la transformation des combustibles en courant électrique offre un moyen plus commode d'utiliser à grande distance l'énergie produite, cette transformation, même conduite avec beaucoup d'art, de manière à réaliser un rendement thermique aussi satisfaisant que possible, n'est pas capable d'assurer le plus grand rendement *économique*.

Puisque nous connaissons les avantages des combustibles gazeux, il est donc rationnel de chercher à transformer tous les combustibles en gaz par une pyrogénation en vase clos. dont le type est la distillation sèche qui s'opère dans les cornues des usines à gaz.

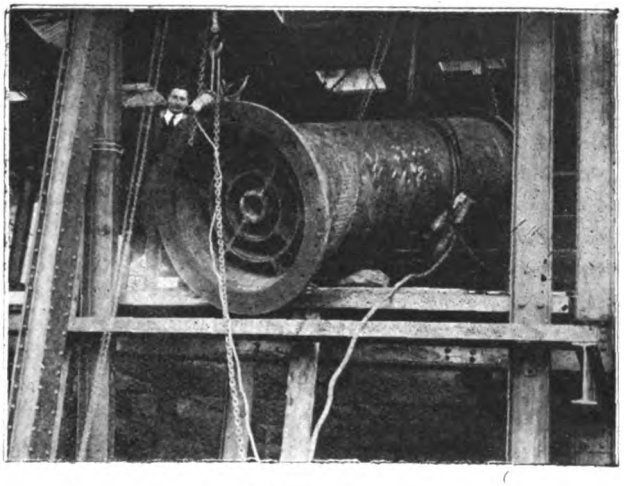


Fig. 451. — Mise en place d'une cornue de carbonisation capable de traiter 5 tonnes par jour. — La cornue est placée verticalement dans le four.

Or, il se trouve que les produits que l'on recueille simultanément ne sont pas sans valeur, particulièrement pour l'industrie chimique et qu'il est possible même — en dirigeant la pyrogénation d'une certaine manière — d'obtenir des sous-produits dont la valeur dépasse de beaucoup la valeur des gaz. C'est ce qu'on obtient notamment dans la pyrogénation à température modérée, ou plus exactement à température lentement progressive, de manière à éviter les dépolymérisations de substances comme les cires et la paraffine, très recherchées sur les marchés industriels.

Dans des études précédentes, nous avons fait connaître l'intérêt de cette pyrogénation mesurée, dite carbonisation à basse température ; nous avons montré comment on pouvait obtenir le meilleur goudron primaire et, à partir de ce produit, une série de produits marchands ; nous avons indiqué les moyens d'utiliser ce semi-coke, résidu des carbonisations, particulièrement sous la forme

Digitized by Google

pulvérulente ; nous avons signalé, enfin, des procédés de synthèse qui laissent espérer un rendement encore plus considérable.

Nous allons examiner maintenant, à l'occasion des travaux un peu lents de la commission de carbonisation, ce qu'on peut attendre, en dehors des quelques points seulement qui ont pu être élucidés par cette commission et, les possibilités immédiates étant les plus intéressantes, nous étudierons un nouvel usage possible du semi-coke de lignite dans les gazogènes des camions automobiles.

La Carbonisation généralisée. — Il est inutile de rappeler que, dans les combustibles, les gaz ont une prépondérance thermique bien établie ; d'après M. Métivier (1) ils renferment 95 % des calories contenues dans l'ensemble des produits de la carbonisation. L'utilisation intégrale des gaz serait donc le meilleur parti que l'on puisse tirer des combustibles solides ; la carbonisation donnerait, en outre, avec un résidu utilisable (coke ou semi-coke) des essences et des huiles, substances précieuses comme combustibles portatifs et comme sources de produits chimiques.

On appliquerait cette formule, d'une simplicité et d'une généralité remarquables même, à des régions nettement agricoles. C'est ainsi que M. Métivier a calculé que, pour les besoins de la Beauce et de la Brie, l'institution d'un centre de carbonisation, avec centrale de distribution d'énergie électrique conduirait à une économie de 40 millions-or, tout en rémunérant à 10 % le capital investi.

Cette proposition n'a reçu aucun commencement d'exécution ; mais tout le monde est d'accord maintenant sur l'intérêt que présente : l'utilisation au maximum de la puissance thermique disponible dans le pays, après satisfaction des besoins directs des industries métallurgiques et gazières, et, en vue de la récupération complète des sous-produits, l'emploi exclusif, dans l'industrie métallurgique, du coke fabriqué en France.

La Commission de carbonisation. — Les Pouvoirs publics eux-mêmes se sont intéressés à la question et la Commission de Carbonisation, instituée par Décret en date du 16 mars 1922, s'est employée à étudier :

1° La généralisation de la distillation de la *houille* avec récupération des produits et sous-produits ;

2° La carbonisation des *lignites* et l'inventaire de la richesse française en lignites et tourbes ;

3° La carbonisation des *bois*, notamment en vue de la fabrication d'un dénaturant pour l'alcool-carburant ;

4° Le perfectionnement de l'industrie des *schistes* bitumineux.

Si cette commission avait complètement terminé ses travaux, nous ne ferions rien que de les résumer, mais le premier rapport publié (*J. O.* du 1er mai 1923) ne contient que des considérations générales intéressantes sur : le débenzolage du gaz d'éclairage ; l'emploi du coke ; la protection de l'industrie des schistes, et l'évaluation approximative des ressources en lignites et tourbes, avec une conclusion nettement pessimiste que nous allons rapporter. « Dans les conditions économiques normales, on ne saurait à beaucoup près — et spécialement pour l'avenir immédiat — compter exclusivement sur la carbonisation pour assurer l'indépendance économique du pays ».

Nous pourrions être découragés tout à fait, si, quelques lignes plus haut, le rapport, faisant allusion à l'appoint probable en huiles de lignite, ne constatait l'imprécision des travaux de la sous-commission intéressée.

Nous avons déjà montré, ici, tous les motifs d'espoir qui résident dans les gisements lignifères et toute la richesse incluse dans les goudrons provenant de la carbonisation de ces produits. Nous n'y reviendrons pas et nous nous contenterons de donner les chiffres officiels relatifs à la houille.

Prévisions officielles sur les productions de benzol et d'huiles. — La Commission, ne retenant que les quantités pouvant être retirées, au bout de plusieurs années de prospérité industrielle, des *cokeries* et des *usines à gaz* de houille, a dressé le tableau suivant :

Provenance	Production annuelle, en milliers de tonnes d'huiles	
	légères	lourdes
Usines à gaz	60	135
Cokeries	80	130
Gazogènes	»	15
Nouvelles méthodes de carbonisation, appliquées à la moitié de la production française	— 6,5	+ 92
Totaux	133,5	372

La production ne s'abaisserait, en temps de guerre, que de 17 milliers de tonnes pour les huiles légères, et de 53 milliers de tonnes pour les huiles lourdes. Mais ces chiffres supposent :

1° Le succès des essais poursuivis aux mines de la Sarre ;

(1) Rapport, en date du 27 juin 1919, au Comité général du Pétrole.

Digitized by Google

2° Le doublement de la consommation du gaz d'éclairage ;

3° L'installation de nouvelles cokeries et d'usines à gaz représentant des dépenses de plusieurs milliards ;

4° La possibilité d'écouler le brai résiduaire.

Ils ne tiennent pas compte de nouveaux procédés de distillation de goudron et des procédés Sabathier, Bergius, etc..., d'hydrogénation ou de catalyse.

Si l'on admet que les cokeries et les usines à gaz augmentent seulement leurs moyens de 50 %, la production française annuelle serait de 95 milliers de tonnes d'huiles légères et de 195 milliers de tonnes d'huiles lourdes.

Autres ressources probables. — Nous répétons que les lignites n'entrent pas dans cette évaluation.

Cependant, même si l'on néglige les procédés de catalyse perfectionnés, il faut penser que les goudrons de lignite fourniraient un appoint, d'autant plus appréciable, que ces produits de condensation contiennent des *paraffines* et d'autres sous-produits introuvables dans les goudrons de houille des usiner à gaz.

On ne peut, en tout cas, craindre le manque de débouchés pour cette industrie naissante de la carbonisation des lignites, puisque, même la carbonisation générale des houilles, ne saurait nous fournir les carburants et combustibles liquides indispensables. Les installations de carbonisation (fig. 450) exigent d'ailleurs un effort financier consirable et il semble que, si l'on doit carboniser, il vaut mieux commencer par les combustibles inutilisables ou très mal utilisés.

S'il est incontestable, d'ailleurs, que les huiles, les paraffines, les essences, les solvants et autres substances chimiques constituent une véritable richesse, on pourrait craindre que le semi-coke, résidu qui reste dans la cornue (fig. 451) à la suite des opérations de carbonisation, soit difficile à utiliser. Cette crainte est injustifiée en général. Le semi-coke de lignite s'agglomère facilement avec du brai de houille (et nous savons qu'on ne peut en manquer) ou avec du brai de lignite (mais il sera plus avantageux, dans la distillation des goudrons de lignite, de chercher à produire le plus de paraffine aux dépens du brai) et même avec de la balle de maïs ou les résidus de la dégradation des cellules dans la fabrication de l'alcool. On a ainsi un combustible domestique ou industriel très recommandable dans les villes, car il ne donne, ni odeur, ni fumée.

Le semi-coke brûle d'ailleurs fort bien dans les appareils à combustibles pulvérisés (1), ce qui tient à la forme presque pulvérulente sous laquelle il se présente, le plus souvent.

On peut aussi le gazéifier sur place pour alimenter des moteurs à gaz ; on pourrait même comprimer le gaz pour l'alimentation des moteurs d'automobiles. A ce sujet, on peut d'ailleurs lui trouver une application plus avantageuse et immédiate.

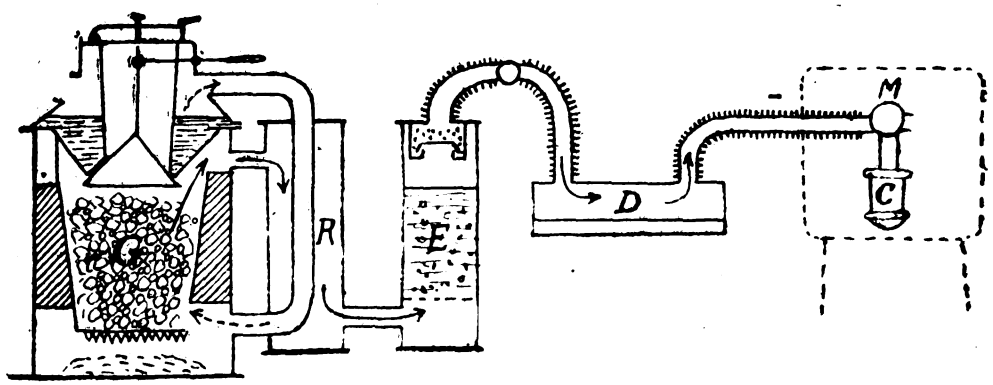


Fig. 452. — Schéma d'un appareil destiné à produire du gaz pauvre sur automobile. G. gazogène. R. réception. F. épuration. D. dépoussiéreur. M. mélangeur. C. carburateur.

Gazogènes à bois et à charbon de bois. — Le souci de réduire l'importation des produits pétrolifères a décidé la commission officielle à étudier un programme destiné à perfectionner l'utilisation des gazogènes à bois et à charbon de bois sur véhicules automobiles.

Il est bien évident que, si le problème était résolu, nous ne craindrions pas qu'une guerre, nous privant des ressources étrangères, laisse en panne beaucoup de nos camions automobiles. D'autre part, la carbonisation du bois donne l'acétone et les acétates dont les débouchés s'accroissent ; la « charbonnette », nom du bois soumis au traitement, est, en quelque sorte, un sous-

(1) Voir *R. S.*, n° 14, 1925.

Digitized by Google

produit de l'exploitation forestière. On a quelques raisons, par conséquent, de favoriser la carbonisation du bois : il suffit, pour cela, de faciliter la vente de tous les sous-produits et notamment du plus abondant, le méthylène. Cette substance peut servir de dénaturant au carburant à base d'alcool, lorsqu'elle se trouve dans un état de pureté tel qu'on ne puisse redouter, ni l'attaque des organes des moteurs d'automobiles, ni l'instabilité des mélanges alcool-benzol. Son écoulement est donc lié à la faveur du carburant dit « national ». On sait que l'une des meilleures formules de ce carburant, mélange en parties égales d'alcool et de benzol (en poids), ne s'est pas généralisée et se trouve vivement combattue, surtout pour des raisons économiques.

Il y a ainsi quelques réserves à garder sur le développement de l'usage du charbon de bois, d'autant plus qu'il n'est pas sûr que le bois soit une marchandise aussi abondante qu'il y paraît tout d'abord.

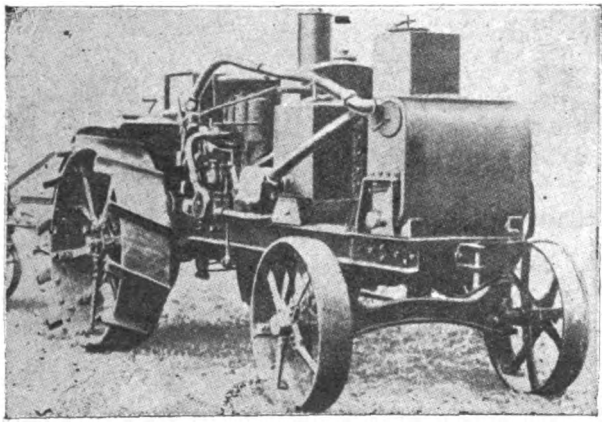


Fig 453. — Tracteur Auto-Gaz Scemia.

Mais cela dit, il faut reconnaître que, d'ores et déjà, le problème a reçu plusieurs solutions techniques satisfaisantes.

Camions automobiles avec gazogènes. — Nombreux sont les gazogènes au charbon de bois (et même au bois) qui peuvent s'installer sur des camions et alimenter convenablement le moteur ordinaire du véhicule. Par exemple, un camion de cinq tonnes consomme, par kilomètre, un kilogramme de charbon de bois au plus, ce qui est certainement économique. On a trouvé un nom pour ce nouveau dispositif : on le nomme camion *auto-gaz*.

Prenez un camion ordinaire ; supprimez le réservoir d'essence, le carburateur ; remplacez cela par un gazogène cylindrique vertical peu encombrant. Lorsque votre feu de charbon de bois est allumé, votre générateur de gaz fonctionnera comme un gazogène ordinaire : un évaporateur fournit la vapeur dont il faut additionner l'air admis, que l'on peut souffler à l'aide d'un ventilateur, lorsque le moteur est au ralenti, mais qu'il suffit d'aspirer à l'aide du moteur, lorsque celui-ci est en marche normale.

Il est bien évident que le gaz ainsi préparé doit être refroidi, épuré, dépoussiéré, avant de former avec l'air le mélange tonnant introduit dans le moteur.

Le *réfrigérant* est un échangeur de température ; le gaz, qui passe dans un tube, réchauffe alentour l'espace annulaire par lequel arrive l'air destiné à la combustion, au mieux pour le rendement thermique.

Quant à l'*épurateur*, il est constitué par une colonne étagée, remplie de coke que l'on arrose automatiquement ; il est complété par un *laveur* à huile et par un *dépoussiéreur* à sec, sorte de silencieux, bourré de crin végétal, par exemple.

La fabrication de ces appareils ne comporte aucune difficulté sérieuse. Il existe même des gazogènes qui peuvent être alimentés à l'aide de bûchettes de bois ; il faut alors y ajouter des dégoudronneurs et développer davantage la canalisation pour le gaz, en lui faisant faire le tour du châssis du véhicule, par exemple.

A titre d'exemple, nous donnons (fig. 452) le schéma du gazogène Cazes, où l'on retrouvera les éléments que nous venons de faire connaître. On y voit, en outre, un carburateur qui permet, pour le démarrage, de marcher à l'essence, ou, dans une côte un peu rude, d'ajouter de l'air carburé au gaz pauvre, afin de donner une sorte de coup de collier ; mais le gaz suffit tout seul, en route normale.

La puissance du moteur est cependant plus faible avec le gaz qu'avec l'essence, mais le rendement thermique reste satisfaisant.

Il ne faut pas confondre, en effet, la *puissance* et le *rendement*. Ce dernier, comme on le sait, est le rapport du nombre de calories transformées en travail utile, au nombre de calories dépensées. Ici on a moins de travail utile, mais on dépense moins de calories.

Par exemple, le gazogène Imbert-Berliet, dont les dimensions n'excèdent pas 0,60 × 0,60 × 1,00 (et qui par conséquent peut trouver place sur une voiture de tourisme) consomme 16 kilogrammes de charbon de bois aux 100 kilomètres, soit 5 fr. 60, au lieu de 12 litres d'essence qui coûtent 21 francs.

On pensera donc que si les voitures à gaz pauvre ne semblent pas destinées aux courses rapides, elles s'imposeront dans tous les cas où il faut compter, par exemple, comme tracteurs agricoles

Digitized by Google

(fig. 453) dans les régions où le charbon de bois est abondant.

Le semi-coke de lignite et les automobiles. — Il existe ainsi tout un choix de gazogènes qui permettent de produire, sur une automobile quelconque, sans modifications profondes, un gaz capable de fournir au moteur l'énergie nécessaire.

Si l'on rapproche les analyses du gaz pauvre ordinaire et du gaz de charbon de bois, on voit tout de suite que les différences sont faibles :

Éléments	Gaz pauvre de gazogène	
	ordinaire	au charbon de bois
H. Hydrogène	3,7	1
CO. Oxyde de Carbone	29,5	30
CH méthane.	1.7	2
Gaz inertes divers.	65,1	67
	100,0	100

Les pouvoirs calorifiques restent donc voisins, dans tous les cas, de 1200 calories au mètre cube de gaz.

La combustion dans le moteur demande 1 m^3 2 environ d'air ; d'où il résulte que l'énergie de combustion d'un litre du mélange, c'est-à-dire d'une cylindrée d'un litre, est de 140 kilogrammètres environ.

Par conséquent, quel que soit le combustible, le gaz que l'on fabrique sur la voiture donne au moteur à peu près la même quantité d'énergie, soit les 0,52 de l'énergie offerte par le mélange d'air carburé (1).

Mais, ce qui fait la faveur de l'essence c'est le petit volume sous lequel se trouve, en potentiel, l'énergie. Employer un mélange qui ne renferme, à volume égal, que la moitié de l'énergie de l'air carburé d'essence, cela revient, si l'on veut conserver la même puissance, à user d'un moteur deux fois plus encombrant. Ce n'est pas, d'ailleurs, le seul accroissement à considérer : il faut encore s'encombrer : du gazogène, du réfrigérant, du laveur, du dépoussiéreur, c'est-à-dire d'un ensemble beaucoup plus volumineux que le réservoir d'essence et le carburateur.

A égalité de débit, les gazogènes à anthracite encombreraient moins que ceux qui brûlent le charbon de bois, lesquels sont moins encombrants que les gazogènes à bois.

L'anthracite n'est pas économique. Le lignite serait moins cher mais ne peut être retenu à cause des impuretés : cendre, soufre, goudrons qui d'ailleurs seraient perdus.

Il vaut beaucoup mieux carboniser, à poste fixe, le combustible, recueillir les sous-produits volatils et condensables, et utiliser le semi-coke. Ce semi-coke de lignite, débarrassé des impuretésc, ontient encore une grande proportion de matières volatiles (nous avons trouvé 40 % de matières volatiles et 6.300 calories dans le semi-coke du lignite de Laluque). C'est un combustible de choix pour les gazogènes amovibles.

Mais, il reste difficile de faire fonctionner un gazogène avec un produit qui contient une proportion très appréciable de parties pulvérulentes, mieux vaut agglomérer le semi-coke avec un peu de brai, sous forme de briquettes ou de boulets.

On a ainsi un combustible qui présente pour les gazogènes tous les avantages du charbon de bois au sujet de l'abondance et du bas prix de revient ; ces briquettes assureraient à peu de frais le fonctionnement de messageries automobiles, par exemple, quelles que soient d'ailleurs les circonstances de paix ou de guerre.

De la dépouille de nos forêts, tirer du charbon de bois, c'est bien, pour autant que cette industrie n'excite au déboisement bien regrettable. Avant d'être réduit à cette extrémité, n'est-il pas plus sage d'exploiter nos réserves de charbon déjà un peu préparées par la nature, c'est-à-dire le lignite (*lignum*) et de recueillir, en même temps : le semi-coke pour nos camions ; les essences pour nos voitures, l'huile de graissage pour les deux, ainsi que beaucoup de produits chimiques de valeur.

La ressemblance du semi-coke de lignite avec le charbon de bois n'a rien de bien surprenant : les Grecs ne désignaient-ils pas les lignites sous le nom λιθανθραξ où l'on retrouve le nom ανθραξ du charbon de bois. Mais l'avantage des lignites, c'est de fournir, en plus d'un semi-coke riche, moins coûteux et d'une valeur calorifique plus grande que le charbon de bois, des sous-produits plus intéressants encore que ceux de la carbonisation des bois.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

(1) Le pouvoir calorifique de l'essence de pétrole est d'environ 11.500 calories par kilogramme ; chaque litre de liquide représente donc 7.500 à 8.000 calories. Le mélange carburé (1 *gr.* d'essence pour 15 litres d'air environ) a donc un pouvoir calorifique, au mètre cube, de 625 calories ; l'énergie dégagée par la combustion d'un litre de ce mélange est donc 257 kilogrammètres. Avec le gaz pauvre, on en a 140. c'est-à-dire $\frac{140}{267}$ ou 0,52 de l'énergie obtenue, dans le même moteur, avec l'essence.

Digitized by Google

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Milieux troubles solides. — D'une manière générale, un milieu optiquement trouble est constitué par des particules opaques ou transparentes, en suspension dans un milieu dit interparticulaire.

Les milieux troubles qu'on avait jusqu'ici étudiés étaient constitués par un liquide contenant en suspension, soit des particules liquides (émulsions), soit des particules solides (suspensions). M. Chêneveau (*Revue Générale des Colloïdes*, février 1925) a étudié les milieux troubles, qu'on pourrait appeler *inclusions* dans lesquels des granules liquides sont emprisonnés dans un milieu solide.

Chauffé en autoclave, un fragment de résine transparente plongeant dans l'eau devient opaque. L'action de l'eau liquide semble nécessaire; dans la vapeur, la résine ne devient mate que parfois et encore incomplètement. Il est d'ailleurs probable que cet effet est dû aux vésicules d'eau condensées sur l'échantillon de résine. Si l'on essaie de chauffer la matière à des températures supérieures à celle du ramollissement et correspondant à la fusion, elle reste transparente. Avec des résines tendres, on peut obtenir la matité, du moins superficielle, sous la pression atmosphérique, en les cuisant dans l'eau. Il n'y a aucun doute que la présence d'eau soit absolument nécessaire pour rendre opaque la résine qui était auparavent transparente.

Le microscope montre que l'opacité est bien due à la formation d'un milieu trouble par pénétration dans la résine de petites particules. Diverses raisons inclinent à croire que ces particules sont bien liquides :

1° La présence de l'eau est nécessaire au phénomène;

2° Si l'on arrête la cuisson avant que l'échantillon de résine soit complètement trouble, la couche opaque part des bords en contact avec l'eau et le centre reste clair. clair.

On peut étudier la forme et les dimensions des gouttelettes d'eau infiniment petites introduites dans la résine par un examen microscopique sur des coupes minces. Pour des copals peu durs ou dont le point de ramollissement ou de fusion est bas, les particules ont la forme sphérique; pour les copals durs et l'ambre, elles sont ellipsoïdales. Il y a des particules de toutes dimensions, jusqu'à une certaine limite qui dépend de la pression et de la température. D'une façon générale, le diamètre moyen le plus fréquent croît avec la dureté ou le point de ramollissement et, par conséquent avec le point de fusion des résines.

Dans les résines, naturellement mates, on retrouve les mêmes faits. Cependant, dans les résines dures, comme l'ambre ou succin laiteux, si l'on voit des globules de diamètres différents, ils sont plus volontiers sphériques. La plus petite dimension de bulle que M. Chêneveau ait observée, avec un grossissement de 600, est de l'ordre du millième de millimètre ($d = 1\,\mu$), cela ne veut pas dire que ce soit la plus petite qui puisse se former.

Sur une petite lame, taillée dans une résine-copal tendre et chauffée progressivement dans l'eau, M. Chêneveau a pu suivre au microscope ce qui se passait à sa surface. Les micrographies prises montrent qu'il se produit, dès que la surface se ramollit, une véritable émulsion d'eau dans la résine molle. Les figures qu'il a obtenues rappellent absolument ce qu'on observe en versant des gouttes d'eau ou de vinaigre dans l'huile, avant de battre le tout pour former l'émulsion.

En résumé, les expériences de M. Chêneveau montrent tout d'abord qu'une matière plastique, si elle garde une grande viscosité, n'empêche ni les actions capillaires, ni le phénomène de déplacement de particule. Il n'est pas douteux que la matité des résines, facilement réalisée en autoclave, soit due à la pénétration, dans ces substances devenues plastiques, de corpuscules d'eau formée par le jeu de la tension superficielle; cette pénétration est facilitée par l'action de la chaleur qui abaisse la cohésion et la viscosité par l'augmentation de la pression extérieure.

La formation de l'ambre mat naturel peut s'expliquer, comme une expérience sur la résine de pin maritime fraiche l'a montré, par la pénétration de vésicules d'eau dans la gomme, de coulée récente, exsudée à l'époque tertiaire, d'un conifère aujourd'hui disparu. A. Bc.

Spectroscopie

Sur l'origine des spectres de bandes. — 1. On admet généralement que les spectres de raies sont émis par les atomes et les spectres de bandes par les molécules. La première conclusion, relative aux spectres de raies, semble justifiée. En ce qui concerne la seconde, tout ce qu'on peut dire c'est que les spectres fournis par les corps composés sont toujours des spectres de bandes. Il reste à s'assurer si les atomes ne pourraient pas, dans certaines conditions, donner eux aussi des spectres de bandes.

La solution de ce problème est d'autant plus intéressante qu'une théorie quantique proposée par Schwarzschild, attribue aux spectres de bandes et aux spectres de raies des origines tout à fait différentes.

D'après cette théorie, les spectres de bandes seraient dus à des particules constituées par des molécules tournant autour d'un axe. L'émission s'accompagnerait de variations simultanées de l'énergie cinétique de rotation, de l'énergie interne de vibration, et du moment d'inertie de la molécule. Cette théorie s'applique parfaitement à certaines bandes d'absorption dans l'infra-rouge lointain. Dans le domaine visible et l'ultra-violet, elle conduit à une classification heureuse des séries de raies dans quelques spectres; elle donne de la dispersion des raies dans ces séries une loi numérique analogue à celle de Deslandres et dont la forme est acceptable.

Cependant quelques physiciens ont proposé de rattacher certains spectres de bandes à des atomes. Deslandres a attribué, il y a déjà longtemps, le groupe négatif de l'azote à l'atome. Hamy a montré que le second groupe du même corps a la même origine. Nagaoka, Stark, Ritz, Kilchling ont proposé des modèles d'atomes et des théories qui rendent possible l'émission des spectres de bandes aussi bien par l'atome que par la molécule.

2. L'étude de la largeur des raies spectrales permet de déterminer la masse des particules qui les ont émises. Il est donc possible d'utiliser la mesure de la largeur des raies pour déterminer l'origine des spectres.

M. Duffieux (*Thèse*, Paris, 1925) a appliqué cette méthode à l'étude d'un certain nombre de spectres de bandes après avoir soigneusement examiné toutes les

Digitized by Google

causes accessoires d'élargissement des raies et s'être placé dans des conditions où elles n'intervenaient pas.

Voici, résumés en un tableau, les spectres étudiés et la nature des particules lumineuses auxquelles on peut les attribuer.

Spectres	Origines
Second spectre de l'hydrogène.	H^2
Premier groupe positif de l'azote.	N^2
Second groupe positif de l'azote.	N
Groupe négatif de l'azote.	N
Groupe de C N : 3.883 et 4.212	N
Spectre de CO { bandes 6.079, 5.610, 5.198, 4.835, 4.511, 4.393.	O
Spectre de CO { bande 4.123.	O ou C

Sans insister sur le détail des expériences, dégageons-en les conclusions essentielles :

1° Le second spectre de l'hydrogène n'est, à proprement parler, ni un spectre de raies, ni un spectre de bandes, et semble devoir occuper un rang intermédiaire entre ces deux catégories. La simplicité de la molécule, qui ne contient que deux électrons, doit lui enlever la possibilité d'émettre plusieurs spectres. Le déplacement d'un électron, qui est la cause de l'émission des spectres de raies, ne peut se produire sans amener des mouvements de tous les éléments constituant la molécule, mouvements qui semblent à l'origine des spectres de bandes. En d'autres termes, les différentes causes qui produisent ailleurs, tantôt l'émission d'un spectre de raies, tantôt l'émission d'un spectre de bandes, se traduisent toujours, avec la molécule d'hydrogène, par l'émission du second spectre ; celui-ci doit être à la fois le spectre de raie et le spectre de bandes de la molécule d'hydrogène.

2° La plupart des spectres de bandes étudiés sont émis par des atomes. Les spectres de bandes ne sont donc pas obligatoirement émis par des molécules comme on l'admettait jusqu'ici.

3° Les bandes négatives de l'azote, celles du cyanogène et celles de l'oxyde de carbone sont au nombre des bandes auxquelles s'appliquent le mieux les lois de succession des raies déduites de la théorie de Schwarzschild. Cette théorie attribuant l'émission des bandes aux molécules, les hypothèses qui sont à sa base doivent être abandonnées. Dans les lois de succession, le sens physique des coefficients doit être, tout au moins pour certains spectres, différent du sens proposé.

4° L'atome d'azote peut émettre trois spectres de bandes. Le second groupe positif et le groupe négatif semblent émis par deux atomes de structures différentes, l'atome neutre et l'atome ionisé. Si l'on admet les images actuelles de la structure des atomes, il faut en conclure que la perte d'un électron extérieur suffit à modifier la région de l'atome intéressée dans l'émission de ces deux spectres ; cette région est donc la couche extérieure d'électrons.

5° Les bandes du cyanogène sont émises, elles aussi, par l'atome d'azote. Il est possible que cet atome diffère des deux précédents soit par le degré d'ionisation, soit par la structure de la partie de l'atome où se produit l'émission. Peut-être pourrait-on cependant faire intervenir les mêmes atomes, en supposant que leur émission soit modifiée par suite de conditions électriques différentes, ou encore par la présence du carbone.

6° Les spectres de bandes ne semblent pas pouvoir être attribués à un mécanisme uniforme et la théorie quantique de Schwarzschild n'a pas la portée générale qu'on lui a prêtée. Ils diffèrent, sous ce rapport, complètement des spectres de raies. On ne doit pas s'en étonner : l'émission de ces derniers spectres est due au déplacement d'un seul électron, c'est-à dire à une déformation très localisée due à des chocs d'une nature particulière. L'émission des spectres de bandes suit des déformations intéressant toute une région, sinon la totalité de la particule. Il est naturel de trouver parmi ces déformations d'ensemble et leurs causes, plus de variété que dans les déformations locales et uniformes auxquelles sont dus les spectres de raies. A. Bc.

Géochimie

Le rôle de l'eau de mer dans la fixation de la potasse sédimentaire. — Depuis longtemps les géologues, et en particulier M. Cayeux, soupçonnent que l'eau de mer exerce une action importante sur les sédiments terrigènes. Un travail récent de M. Thiébaut apporte à cet égard des documents nouveaux et même des preuves. Ce savant a eu la patience d'analyser soigneusement, méthodiquement, avec précision, la plupart des sédiments argilo-calcaires du Bassin de Paris (Nancy, 1925) et les résultats lui ont fourni des conclusions intéressantes.

Il a pu constater tout d'abord que de l'*argile* vraie, (acide alumo-silicique) ne se rencontrait que dans les dépôts lacustres (argile sparnacienne) ; au contraire dans tous les dépôts, d'origine marine, il n'y a pas d'argile ; le fond de la roche est constitué par ce qu'il appelle une phylhite qui est un alumo-silicate, hydraté, dont les bases essentielles sont le fer, la magnésie et la potasse ; c'est une bravaisite.

La formation de cette bravaisite est essentiellement d'origine marine ; il a pu s'en assurer par l'analyse comparative de sédiments, extérieurs au Bassin de Paris et même d'un sédiment marin actuel. Il a pu constater que les bravaisites qui se sont formées dans les milieux marins les plus concentrés (lagunes) sont aussi les plus riches en magnésie et en potasse.

Il pense donc que les apports terrigènes, sous l'influence de l'eau de mer, se seraient transformés complètement pour aboutir à de la bravaisite. Par contre les dépôts alluvionnaires le long des rivages ou en mer peu profonde, ne se seraient transformés qu'incomplètement.

Inversement l'action des eaux douces chargées d'acide carbonique auraient transformé les sédiments en argile kaolinique.

Il y aurait donc entre les sédiments marins et les sédiments lacustres une différence essentielle que la chimie peut mettre en évidence. D'autre part, M. Thiebaud a mis ainsi en relief l'action profonde, et certainement rapide, que l'eau de mer exerce sur les sédiments ; il corrobore donc les idées de Cayeux sur un métamorphisme général contemporain de la formation des roches.

Il faut remarquer en outre que, abstraction faite des teneurs en acide carbonique, les dépôts sédimentaires marins ont une composition globale très voisine de celle du gneiss et autres roches cristallophylliennes. Ceux-ci peuvent donc provenir de leur transformation sans qu'il y ait à invoquer une *venue d'alcalis* de la profondeur.

Les conclusions de M. Thiebaut apportent aussi une solution à un problème général d'océanographie. On sait que la potasse prédomine dans les roches cristallines ; il y en a au contraire très peu dans l'eau de mer qui est essentiellement sodique. La concentration de la potasse dans la bravaisite explique facilement cette contradiction apparente.

Enfin les recherches de M. Thiebaut ont une portée agricole qu'il a pu seulement effleurer. Ce serait la bravaisite facilement altérable, qui fournirait aux plantes la potasse ; ce serait sa décomposition lente qui expliquerait la reconstitution des sols, laissés en jachère.

Digitized by Google

Ces intéressantes conclusions montrent que le rôle des recherches chimiques n'est pas terminé en géologie et de patientes analyses intelligemment conduites et interprétées peuvent mener à des considérations d'ordre général et d'ordre pratique. Paul LEMOINE.

Biologie

Le pH et le rH des cellules animales. — Ceux qui suivent les travaux récents de physiologie, de biologie et de médecine, savent l'importance qu'a acquis la notion du pH dans les considérations théoriques et pratiques. Le pH est en quelque sorte la mesure de la proportion des ions H, et par suite des ions OH, dans les milieux organiques et inorganiques, autrement dit du degré de l'acidité ou de l'alcalinité du milieu. On sait que dans l'échelle des pH, qui va de 0 à 14, le chiffre 7 indique la neutralité (ce qui signifie que pour ce pH, le nombre des ions positifs H est le même que le nombre des ions négatifs OH; ils se contrebalancent exactement; c'est le point dit neutre); les chiffres au-dessus indiquent l'alcalinité; au-dessous, l'acidité. Ainsi, l'eau de mer, qui est alcaline, a généralement un pH = 8; l'eau distillée, ou plutôt l'eau bi-distillée, est neutre, son pH = 7: le pH du sang de l'homme est environ 7,4, donc légèrement alcalin. De façon générale, les limites du pH compatibles avec la vie sont pH 5 à pH 9. Les noms de Sörensen et de Clark sont étroitement liés à cette science nouvelle des pH.

Mais voici que depuis quelques mois on voit apparaître dans les travaux de biologie un nouveau symbole : rH. C'est encore Clark qui en est l'auteur, et cette nouvelle notion n'est pas moins importante que celle du pH, et lui est d'ailleurs étroitement associée, parallèle en quelque sorte. pH est le potentiel de la concentration des ions Hydrogène; rH est le potentiel d'oxydation-réduction. Et de même que les différents pH n'indiquent pas la masse de l'acide d'un milieu, mais le degré de l'acidité, de même les différents rH indiquent le degré, l'intensité de la réduction, et non point la quantité de la substance réductrice. En termes plus savants, le symbole rH est le logarithme négatif de la pression hypothétique d'H en équilibre avec un système donné d'oxydation-réduction: pH est le logarithme négatif de la concentration d'ions H. Il y a plusieurs moyens de déterminer le pH d'un milieu; le plus souvent on emploie les indicateurs colorés : on ajoute un certain colorant au liquide, et l'on compare la nuance obtenue au tableau des couleurs élaboré par Clark, dans son échelle des pH, qui, comme on l'a vu plus haut, va de 0 à 14. Or, pour les rH, Clark, dans une série de travaux publiés depuis un an, a également établi une échelle, qui va de 0 à 41; le point neutre d'oxydation-réduction est rH = 20,5. Et il a indiqué une série de colorants, révélateurs de ces divers rH.

On savait déjà depuis longtemps que les différents tissus n'ont pas le même pouvoir réducteur. Une expérience classique est la suivante : on injecte à l'animal du bleu de méthylène, qui se décolore au niveau des éléments avides d'oxygène : les divers tissus se colorent plus ou moins, mais les centres nerveux restent incolores aussi longtemps qu'ils sont actifs; vient-on à anesthésier l'animal, ils se colorent en bleu. En outre du bleu de méthylène on se servait de paraphénylènediamine, de blanc de rongalite, etc., afin de localiser dans les différents tissus, et jusque dans les divers points d'un même élément, d'une même cellule, le pouvoir d'oxydation plus ou moins prononcé. Mais, avant l'emploi de la méthode de Clark, toutes ces études manquaient de précision. C'est grâce à l'emploi de cette méthode, conjuguée avec celle de micro-injections de Chambers, qu'un jeune physiologiste anglais, J. Needham, et Mme Dorothy Needham, viennent d'apporter les premières indications précises sur les oxydations-réductions intercellulaires (*Proceedings of the Royal Society*, B. vol. 98, 1925). Ils injectent, à l'aide d'une micro-pipette, à l'intérieur d'une Amibe, *Amoeba proteus*, divers colorants de l'échelle de Clark, qui virent à mesure qu'ils sont réduits. En injectant de l'1-naphtol-2-sulphonat indophénol (qui, dans l'échelle de Clark, correspond à rH = 17,1, le pH étant 7) ils constatent qu'au moment de l'injection, la cellule prend une teinte rouge vif; au bout d'un instant, le rouge pâlit mais reste distinct, jusqu'à la mort de la cellule, qui est accompagnée de décoloration totale. Les auteurs concluent que le rH de l'Amibe est entre 17 et 19, son pH étant 7,6.

Au laboratoire de Roscoff, M. et Mme Needham ont appliqué cet été leur recherche de pH et rH intracellulaires à l'œuf de *Paracentrotus lividus* et *Asterias glacialis* C. *R. Soc. Biol.*, juillet 1925). Quand on injecte dans l'œuf mûr d'Oursin ou d'Astérie, du bromocrésyl pourpre et légèrement acide, de façon qu'il soit jaune dans la micro-pipette, il vire immédiatement au pourpre à l'intérieur de l'œuf; avec le bromothymol, la couleur est bleue, d'où la conclusion que le pH intracellulaire est voisin de 6,5. Avec l'œuf fécondé, on obtient le même pH, et encore le même aux divers stades de la segmentation. En ce qui concerne le rH, il est 19 (alors que chez l'Amibe, il est plutôt voisin de 17). La fécondation ne modifie pas ce chiffre, pas plus qu'elle ne modifie le pH. Or, divers auteurs, en particulier Warburg, Shearer, ont montré qu'après la fécondation, les oxydations de l'œuf sont activées de façon considérable. L'indication fournie par le rH montre que cette activation est d'ordre quantitatif plutôt que qualitatif, autrement dit, la fécondation ne donne pas lieu à la combustion des composés nouveaux ou plus difficilement oxydables; le pouvoir absolu d'oxydation-réduction de l'œuf reste invariable, mais il brûle une plus grande quantité de substances. A. DRZ.

Anthropologie

Les gravures préhistoriques de Limeuil. — On connaît aujourd'hui un grand nombre d'habitats préhistoriques qui recèlent les plus anciennes manifestation de l'art de l'Age de la pierre taillée.

Dans le cours de ces dernières années, les découvertes se sont multipliées, mais l'une des plus intéressantes, faite dans la célèbre et inépuisable vallée de la Vezère, est celle de Limeuil à laquelle le Dr Capitan et l'abbé J. Bouyssonie ont consacré récemment une publication abondamment illustrée qui nous apporte le témoignage de faits nouveaux sur la technique du dessin chez les premiers artistes.

Le gisement de Limeuil qui appartient, comme époque, au Magdalénien supérieur, a été découvert en 1909 par le Dr J. Rivière, dans le village même, au cours de travaux effectués derrière la maison d'un habitant du pays. Il s'étendait, en partie, dans le sous-sol des rues voisines et de plusieurs maisons (1).

La couche archéologique est située entre une assise

(1) Dr CAPITAN et l'abbé JEAN BOUYSSONIE. — Limeuil. Son gisement à gravures sur pierres de l'Age du Renne. (*Publications de l'Institut international d'Anthropologie*). In-8° avec nombreuses figures et 50 planches hors texte.

Digitized by Google

inférieure formée de blocs calcaires avec remplissage argilo-calcaire et une couche supérieure de terres remaniées ou rapportées.

à la prière des auteurs, a déterminé les os a reconnu treize espèces de Mammifères, huit d'Oiseaux et un Poisson.

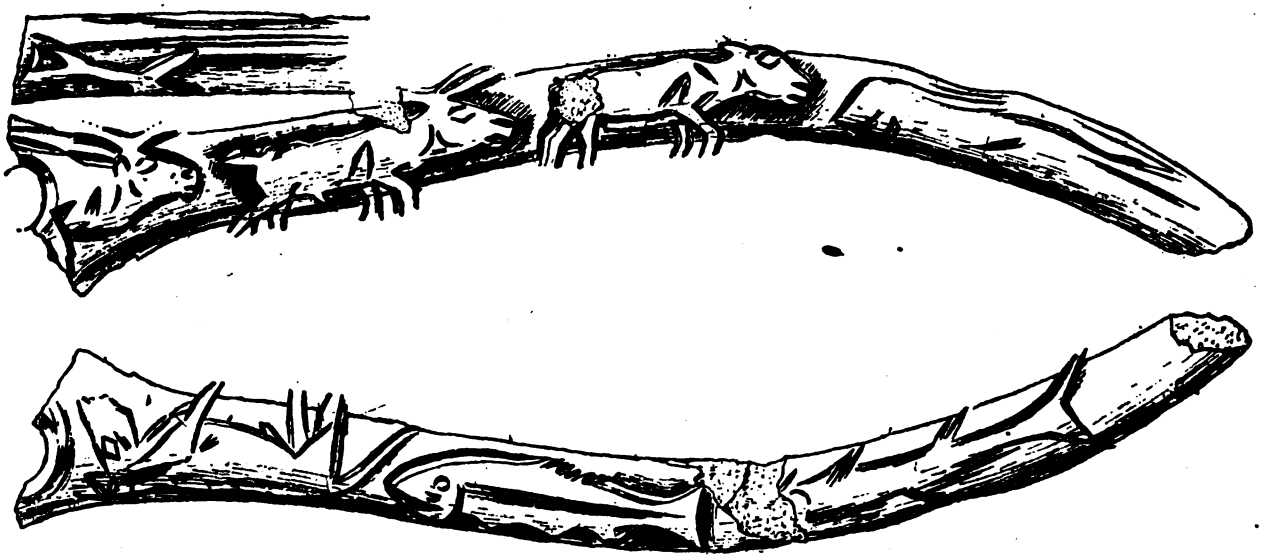


FIG. 454. — Bois de Renne décoré; face et revers. Longueur, 26 cm.

Au point de vue de la faune, le gisement de Limeuil n'a guère donné que des débris d'os, presque toujours

L'outillage en silex est celui que l'on rencontre dans tous les gisements du Magdalénien supérieur, c'est-à-

IG. 455. — Renne paissant gravé sur calcaire. La position très naturelle des pattes dénote une bonne observation; les attaches musculaires sont parfaitement indiquées ainsi que la saillie des tendons, le flanc est marqué par des hachures. Longueur de l'animal : 16 cm.

déterminables, mais dans lesquels, il a été permis toutois de constater la présence fréquente du Renne, et ssi le Cheval et quelques rares bovidés. M. Boule qui,

dire : grattoirs, nombreux burins (environ 2.000) presque tous du type dit « bec de flûte », perçoirs, becs de perroquets, lames et lamelles retouchées.

Digitized by Google

Limeuil a fourni un grand nombre de bois de renne travaillés, mais deux seulement étaient décorés de dessins stylisés peu lisibles; les harpons, tous à double rang de barbelures, permettent de dater le gisement, avec précision : il appartient bien au Magdalénien supérieur, déjà même très évolué, caractérisé également par un de ces objets dénommés, faute de mieux, « bâtons de commandement ». Celui de Limeuil en bois de renne est sculpté sur les deux faces (fig. 454), mais l'exécution est assez grossière : sur une face, trois rennes à la file; sur l'autre un cheval et deux poissons. Les rennes portent au flanc et sur le cou, le cheval, sur le flanc, les flèches symboliques, ce qui fait que le nom de « bâton magique » semblerait mieux convenir à cet objet (et à d'autres similaires) que celui de « bâton de commandement ».

Le grand intérêt que présente le gisement de Limeuil tient aux pierres gravées qui offrent ici un ensemble des plus remarquables parce qu'à côté de dessins d'une exécution parfaite comme le Renne paissant (fig. 455) et même comme le Cheval au galop qui bien que lourd de forme, témoigne d'un trait ferme, d'une seule venue (fig. 456) ou encore la biche (fig. 458, n° 60), on trouve des dessins exécutés par une main moins experte, exemple l'Ours (fig. 457), gravé profondément, mais avec

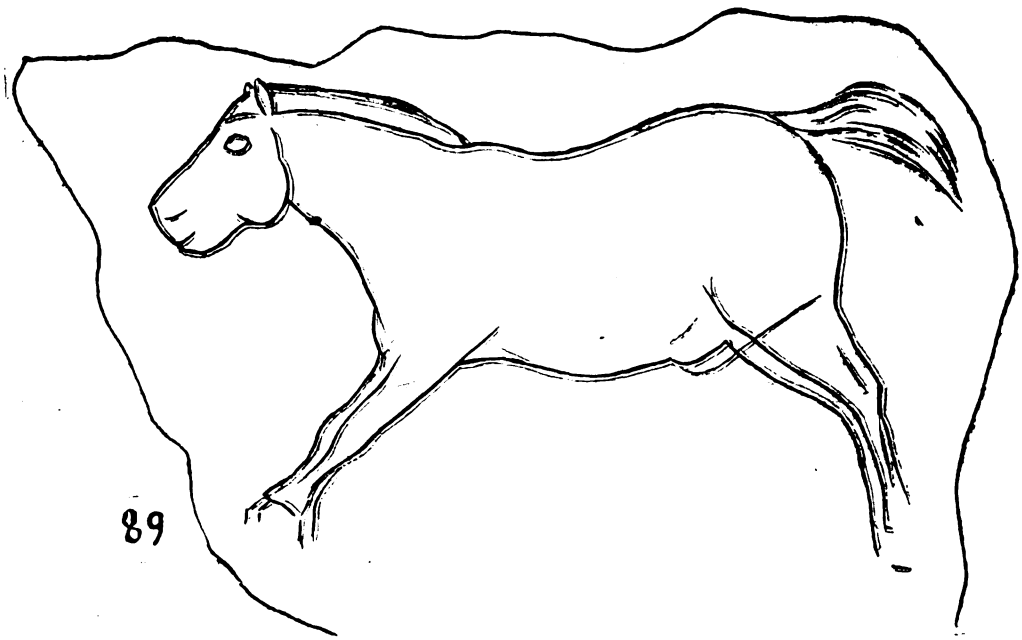


FIG. 456. — Cheval au galop; Longueur de l'animal, 14 cm.

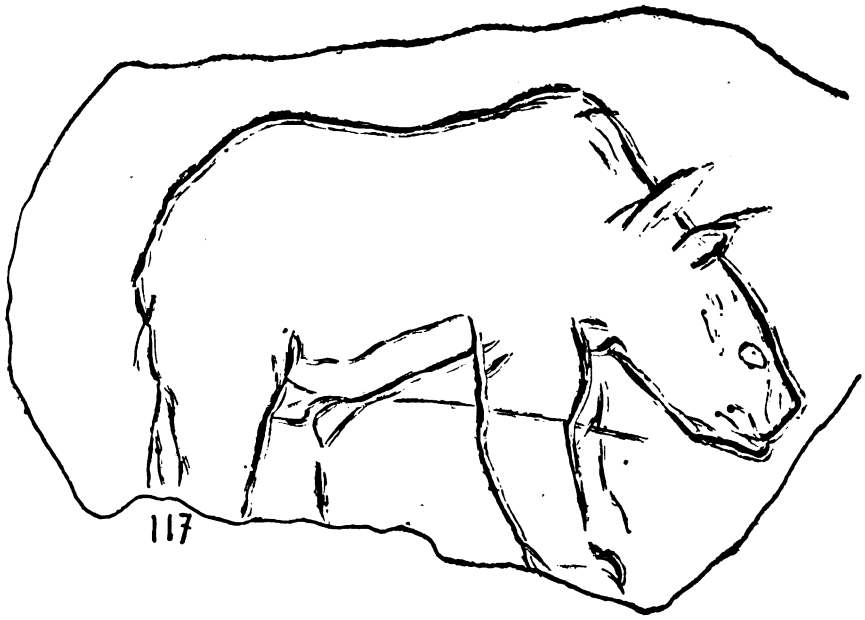


FIG. 457. — Ours en attitude ramassée, l'oreille a été reprise, pattes de derrière incomplètes. Longueur de l'animal, 12 cm.

Digitized by Google

lourdeur, et aussi une hésitation qui se révèle dans certains traits comme l'abdomen et mieux encore l'oreille qui a été reprise ; mais ce qui n'est pas moins intéressant ce sont des séries d'esquisses, de croquis qui démontrent vraiment ce que fut la technique des artistes magdaléniens.

plaques de calcaire brut, assez dur, légèrement ocreux. Quelquefois, l'artiste a employé du calcaire blanc, du grès, du schiste, voire des roches bien plus dures comme du gneiss. Très rarement il a usé artificiellement la pierre pour en régulariser la surface avant d'y tracer son œuvre ; et parfois elle était bien rugueuse, ou présentait

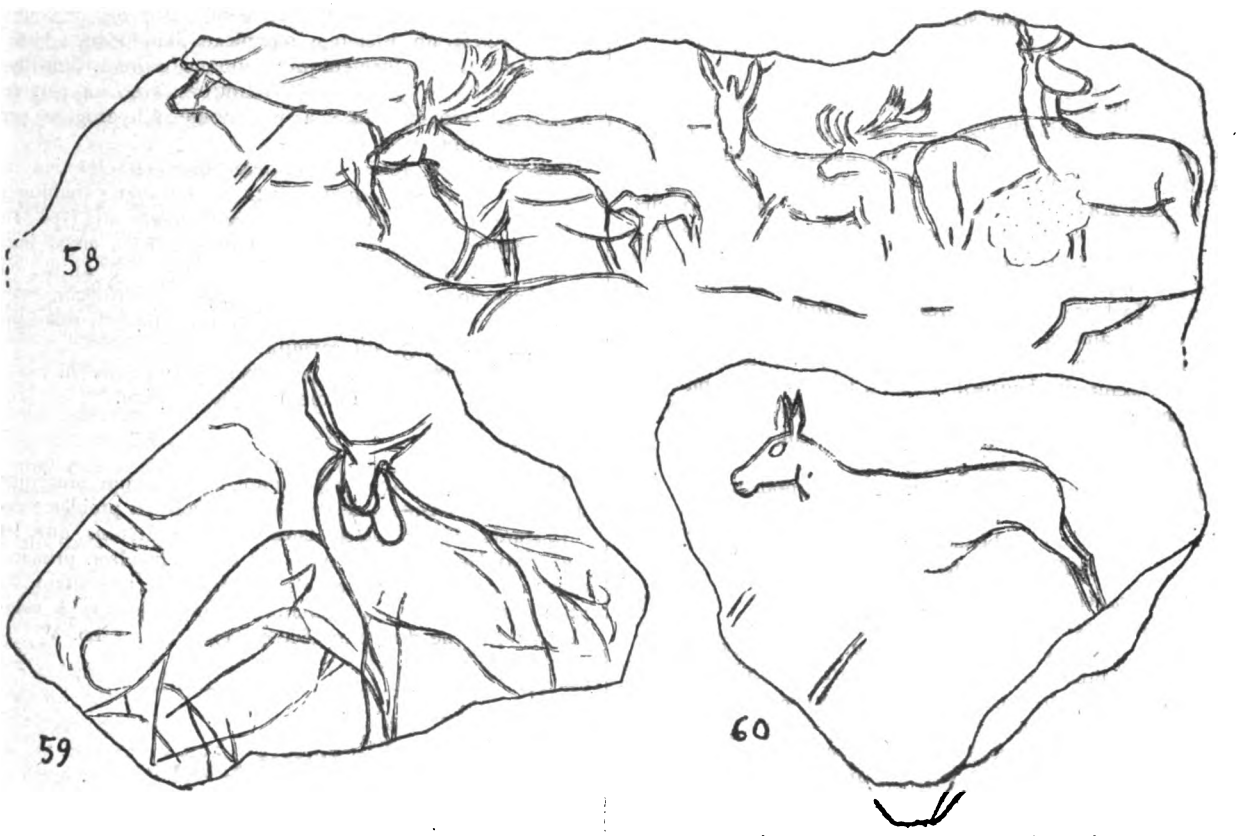


Fig. 458. — Harde de cerfs (n° 58). Cervidé vu de face (n° 59). Biche, dessin inachevé (n° 60).

Les animaux sont représentés de profil, tournés indifféremment à gauche ou à droite ; les représentations de face sont extrêmement rares : voir la figure 458, n° 58 3e animal à droite et n° 59, un animal imprécis, peut-être un cervidé.

De nombreuses pierres portent des dessins qui montrent des tâtonnements, des surcharges, des corrections ayant souvent pour but de rendre plus parfaits un organe, une attitude ; un ensemble plus harmonieux.

Bien que nous nous trouvions dans un atelier d'art paléolithique on est tenté de le qualifier d'école de gravure.

« Ce qui est tout particulier au gisement de Limeuil, disent les auteurs, c'est le grand nombre de pierres détachées, portant des gravures, qu'il recélait. Véritables feuilles d'album, elles sont de dimensions variées (de 10 à 40 cm. environ) et constituées, le plus souvent, de des accidents ; il savait utiliser ces derniers pour les faire entrer dans la composition du dessin ».

Les animaux représentés sont le Renne (le plus fréquent), le Cheval, le Cerf, le Bouquetin, le Bœuf et quelques autres herbivores, l'Ours (rarement). Quelques gravures semblent être des représentations humaines.

Par contre, et c'est un fait digne de remarque, il y a absence complète de Bison et de Mammouth que l'on rencontre si communément à Font-de-Gaume et aux Combarelles.

Limeuil a pris rang parmi les stations préhistoriques les plus remarquables au point de vue de l'histoire de l'Art primitif et les préhistoriens sauront gré à MM Capitan et Jean Bouyssonie d'en avoir assuré la publication. Quant aux objets eux-mêmes ils sont déposés en partie, aau Musée de Périgueux, en partie au Musée de Saint-Germain-en-Laye.

L. Franchet.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie industrielle

Les carburants obtenus par la distillation à basse température. — M. Aubert, chef des travaux pratiques à la Faculté des Sciences, a essayé, aux mines de la Sarre, des carburants extraits des déchets de houille par distillation à basse température.

⁂

Dans une première série d'essais fut déterminée la possibilité d'additionner, au benzol des locomotives en service au fond de la mine, les huiles moyennes extraites du goudron de houille obtenu à basse température.

Ce goudron avait été préalablement deshydraté et dése-

Digitized by Google

sencié par insulflation de gaz inertes dans sa masse chauffé de 120 à 200°, de manière à recueillir une huile, d'odeur phénolique, fluide mais foncée, qui représente 40 % du goudron et qui perd 50 % environ de sa substance dans un nouveau lavage à la lessive de soude, à l'acide sulfurique étendu et à l'eau pure, au cours duquel elle abandonne les phénols et les hydrocarbures absorbables par l'acide sulfurique.

***

Il ne pouvait s'agir, d'ailleurs, de rectifier à l'aide d'une nouvelle distillation le produit obtenu, car le prix de revient en aurait été prohibitif; aussi s'est-on contenté de filtrer la partie décantée sur bauxite calcinée.

Le carburant obtenu est très fluide, rouge vineux, de densité 0,86 avec une odeur spéciale qui rappelle celle d'un mélange de pétrole lampant et de xylol; il distille entre 130 et 280 ou 300° et comprend un mélange complexe d'hydrocarbures tel que l'on compte, en moyenne, 1,6 ou 1,7 atomes d'hydrogène pour 1 de carbone (ce qui montre que le pouvoir calorifique est sensiblement supérieur à celui du benzol). Versé d'une certaine hauteur, il forme une mousse assez persistante; il est exempt d'eau et d'asphalte et son prix de revient peut être estimé à environ 0 fr. 70 le kilogramme.

Il se mélange au benzol en toutes proportions.

Le mélange :

benzol 80
huile moyenne 80

a donné satisfaction.

La puissance normale a été même dépassée.

L'essai est à reprendre sur d'autres locomotives.

Il faut noter, en outre, que le simple déphelgmateur qui servait au fractionnement des huiles laissait passer des traces d'huile lourde.

L'administration des Mines de la Sarre compte que ces traces seront éliminées à l'aide d'une colonne à plateaux convenablement réglée. Nous pensons que l'on obtiendrait d'aussi bons résultats à peu de frais en opérant la distillation du goudron en présence d'un catalyseur, charbon de bois ou coke pulvérisé. Nous avons signalé cette méthode dans notre étude sur la Distillation des goudrons (1).

***

Cette méthode serait encore plus recommandable pour la préparation des carburants additionnels qui ont fait l'objet d'une seconde série d'essais poursuivis à l'aide d'une voiture de tourisme Renault avec moteur de 12 chevaux, modèle 1919, récemment réparé.

Les carburants en question étaient extraits pendant la première opération subie par le goudron (déshydratation et désessenciation de 90 à 120° c).

Les essences brutes décantées, lavées à la soude à l'acide sulfurique et à l'eau sont filtrées sur de la bauxite calcinée.

Les fractions recueillies successivement sont réunies en deux fractions principales d'égal volume à peu près :

n° 1 : 65° — 130°
n° 2 : 130° — 150°

qui sont fluides, incolores, limpides avec un pouvoir calorifique d'environ 11.000 calories.

La fraction n° 1 (d = 0, 755 à 20° c) d'odeur éthérée, est un mélange complexe de carbures des séries paraffines et oléfines et de dérivés hydrogénés des carbures aromatiques. En moyenne, 2 atomes d'hydrogène pour 1 de carbone.

Cette fraction donne une courbe de distillation moins favorable que les essences du commerce, cependant le point sec est bien exactement à 130° c. ou à peine au-dessus.

La fraction n° 2 (d = 0,775) ressemble à un pétrole lampant léger, ou mieux encore à un *white-sprit* de bonne qualité; c'est un mélange complexe dans lequel dominent les carbures forméniques (nonane normal, diméthylheptane) et les carbures éthyléniques avec un peu de xyrol. En moyenne 1,8 à 1,9 atome d'hydrogène par atome de carbone.

Les essais sur route ont montré que cette fraction ne convient pas, telle quelle, aux carburateurs habituels (peut-être les carburateurs à réchauffage du type Le Grain pourraient-ils s'en accommoder), mais, en se bornant à une addition qui ne dépasse pas 20 à 25 %, on peut incorporer, sans crainte d'incidents, le mélange des fractions n°s 1 et 2 dans le carburant habituel, cela sans modifier le réglage du carburateur.

Quant à la fraction n° 1, elle peut être ajoutée en toutes proportions, on peut même l'employer pure.

***

Les essais que nous venons de résumer ont ainsi une importance considérable dans la solution du problème des carburants de remplacement. Nous ajouterons que les combustibles liquides extraits du même goudron primaire obtenu à partir des déchets d'extraction présentent un grand intérêt pour l'alimentation des moteurs à combustion interne du genre Diesel (1). Ed. M.

(1) Voir *Revue Scientifique*.

(1) V. *Chaleur et Industrie*, septembre 1925 : page 429 — M. Aubert et R. Moutte.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Dans la séance du 5 octobre, M. le président Bouvier fait part de la mort du savant géologue de Grenoble. Wilfrid Kilian, membre non résident, qui s'est illustré par ses recherches sur la constitution géologique des Alpes françaises, depuis le Mont Blanc jusqu'à la Méditerranée. Il restera, comme on l'a dit, le type accompli du géologue. R. L.

Le centenaire de la bougie stéarique. — A cette occasion, grâce à l'initiative de la Société de chimie industrielle, un solennel hommage a été rendu à la mémoire de Chevreul, le dimanche 11 octobre, au Muséum d'histoire naturelle, en présence du Président de la République. M. Mangin, directeur du Muséum, a rappelé que c'est au Muséum que Chevreul a fait ses recherches. En qualité de président de la Société chimique en France, M. Ch. Moureu, de l'Académie des Sciences et de l'Académie de médecine, a exposé l'œuvre scientifique et industrielle de Chevreul dans le domaine des corps gras.

M. le professeur Simon, qui occupe actuellement la chaire de Chevreul, a rendu hommage à son illustre prédécesseur.

M. Armstrong, ancien président de la Chemical Society, a parlé au nom des délégations étrangères.

M. Dior, président de la Société de Chimie industrielle, a exprimé la reconnaissance de l'industrie envers Chevreul.

Digitized by Google

M. Yves Delbos, ministre de l'Instruction publique, a vanté le concours que le laboratoire et la recherche scientifique offrent à l'industrie, puis il a exposé ce que le Gouvernement a fait et compte faire en faveur des laboratoires par l'établissement de la taxe d'apprentissage.

Congrès de chimie industrielle. — Le cinquième Congrès qui s'est terminé à Paris, le 9 octobre, sous la présidence de M. Léon Guillet, membre de l'Institut, a émis différents vœux, en particulier celui relatif à la réforme totale du régime douanier des pétroles et celui concernant les huiles d'animaux marins.

La grande médaille d'or de la Société de chimie industrielle a été décernée à MM. Henry Le Chatelier et Armstrong.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — M. Paul Appell, recteur honoraire, grand officier de la Légion d'honneur (février 1919), est élevé à la dignité de grand croix (10 oct.).

Le 1er octobre, son successeur, M. Paul Lapie, est entré en fonctions. Dans une interview du *Temps*, il a émis le vœu de voir s'allonger la liste des généreux donateurs de l'Université de Paris. Il s'étonne que la Société des Amis de l'Université ne compte encore que 700 membres, dont la moitié sont des professeurs. Les 20.000 étudiants annuels ne sauraient oublier l'*alma mater*. La cotisation annuelle est de 20 francs, mais elle est réduite à 10 francs pour les étudiants.

Muséum national d'histoire naturelle. — On vient d'afficher les programmes et les horaires des cours publics d'hiver. Une affiche spéciale fera connaître la date d'ouverture de chaque cours.

M. Jean Becquerel : Étude de la météorologie et de l'électricité atmosphérique. Lundis, mercredis et vendredis, 17 heures.

M. Costantin : Anatomie végétale. Étude des associations, notamment des plantes myrmécophiles, etc. Anatomie des Cryptogames vasculaires. Mercredis et samedis à 16 h.

M. Ch. Gravier : Vers et Crustacés. Malacostracés primitifs. Nermertiens : organisation et distribution géographique. Mardis et samedis à 10 heures.

M. L. Mangin : Champignons, en insistant sur les champignons parasites. Lundis et mercredis à 9 h. 30.

M. L. Joubin : Invertébrés. Mardis, jeudis et samedis à 10 heures.

M. E.-L. Bouvier : Esprit des Sociétés d'Insectes. Mardis et samedis à 15 heures.

M. L. Roule : Biogéographie des poissons d'eau douce en France et dans l'Europe occidentale. Pêche et Pisciculture considérées dans leurs bases biologiques. Mercredis et vendredis 15 heures.

M. P. Lemoine : Histoire de la Terre, IVe période. Samedis à 17 heures.

Volcans et tremblements de terre. Dimanche à 10 heures.

Les cours d'été suivants sont annoncés :

Chimie. — M. L.-J. Simon.
Minéralogie. — M. Lacroix.
Physiologie. — M. Tissot.
Paléontologie. — M. Boule.
Botanique. — M. H. Lecomte.
Physique végétale. — M. N.
Zoologie. — M. N.
Anatomie comparée. — M. Anthony.
Anthropologie. — M. R. Verneau.
Culture. — M. D. Bois.
Pêches et productions coloniales. — M. Gruvel.
Dessin. — MM. Mérité et Hissard.

École supérieure des Mines. — Les cours de minéralogie, de géologie et de paléontologie sont publics, ainsi que les riches collections, mardi, jeudi et samedi (12 à 16 h.).

Des auditeurs libres peuvent être admis sur demande.

Les taxes que les auditeurs libres ont à acquitter pour les travaux pratiques sont fixées à 300 francs pour la Chimie générale ou la Chimie analytique, à 150 francs pour la Géologie ou les autres travaux pratiques.

Les élèves titulaires sont nommés au concours : la durée des études est de 3 ans.

École centrale des Arts et Manufactures. — Le directeur est autorisé à accepter une donation de M. Eiffel d'une somme de 25.000 francs.

Le 22 octobre, en présence du Président de la République, le Président du Conseil a remis la croix de guerre décernée à l'École.

Un décret (*J. off.* 11 octobre) modifie quelques articles du Règlement de l'École. Les licenciés qui entrent directement en 2e année devront payer avant leur entrée une somme de 400 francs. Pour le concours de sortie des élèves de 3e année, il sera perçu un droit de 250 francs.

Institut de paléontologie humaine. — Le cours public d'anthropologie préhistorique du Dr Verneau, professeur au Muséum, commence le 24 octobre. Les leçons auront lieu les mardis et samedis à 15 heures, 1, rue René-Panhard (boulevard Saint-Marcel).

Révision du cours précédent : Races du quaternaire supérieur.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les cours publics et gratuits de l'année scolaire 1925-1926 commenceront le 3 novembre 1925.

Mathématiques (en vue des applications). — M. R. Bricard : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre à 21 heures 1/4. Mercredis et samedis.

Mécanique. — M. Kœnigs membre de l'Institut : Le cours ouvrira le mardi 3 novembre à 21 h. 1/4. Mardis et vendredis.

Machines. — M. E. Sauvage : Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre à 21 h. 1/4. Lundis et jeudis.

Physique générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Lemoine : Le cours ouvrira le mardi 3 novembre à 20 heures. Mardis et vendredis.

Electricité industrielle. — M. Chaumat : Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre à 20 heures. Lundis et jeudis.

Métallurgie et travail des métaux. — M. Léon Guillet, Membre de l'Institut : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre. Mercredis et samedis.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — M. Job : Le cours s'ouvrira le jeudi 5 novembre à 21 h. 1/4. Lundis et jeudis.

Chimie agricole et analyse chimique. — M. Th. Schlœsing, Membre de l'Institut. — Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre à 20 heures. Mercredis et samedis.

Chimie industrielle. — M. E. Fleurent : Le cours ouvrira le mardi 3 novembre à 20 heures. Mardis et vendredis.

Chimie appliquée aux industries des Matières colorantes, Blanchiment, Teintures, Impression et Apprêts. — M. A. Wahl : Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre à 20 heures. Lundis et jeudis.

Chimie appliquée aux industries de la Céramique et des Chaux et Ciments. — M. Granger : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre à 21 h. 1/4. Mercredis.

Chimie appliquée aux industries de la Verrerie et du Chauffage industriel. — M. Damour : Le cours ouvrira le samedi 7 novembre, à 21 h. 1/4. Samedis.

Constructions civiles. — M. Mesnager, Membre de l'Institut : Le cours ouvrira le jeudi 4 novembre à 21 h. 1/4. Lundis et jeudis.

Filature et Tissage. — M. James Dantzer : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre à 20 heures. Mercredis et samedis.

Digitized by Google

Art appliqué aux métiers. — M. Magne : Le cours ouvrira le mardi 3 novembre à 21 h. 1/4. Mardis et vendredis.

Agriculture et productions agricoles dans leurs rapports avec l'industrie. — M. F. Heim de Balsac : Le cours s'ouvrira le mardi 3 novembre à 20 heures. Mardis et vendredis.

Economie politique. — M. P. Simiand : Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre à 20 heures. Lundis et jeudis.

Economie industrielle et statistique. — M. André Liesse, Membre de l'Institut : Le cours ouvrira le mardi 3 novembre à 21 h. 1/4. Mardis et vendredis.

Economie et assurance sociales. — M. Léopold Mabilleau : Le cours ouvrira le mardi 3 novembre à 20 heures. Mardis et vendredis.

Organisation du Travail et Associations ouvrières. — M. Marc Aucuy : Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre à 21 h. 1/4. Lundis et jeudis.

Hygiène et Physiologie du Travail. — M. H. Pottevin : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre. Mercredis et samedis.

Droit commercial. — M. Percerou : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre à 20 heures. Mercredis et samedis.

Géographie commerciale et industrielle. — M. H. Hauser : Le cours ouvrira le mercredi 4 novembre à 21 h. 1/4. Mercredis et samedis.

Navigation aérienne. — M. R. Soreau : Le cours ouvrira le lundi 9 novembre à 20 heures.

Pour les programmes détaillés, consulter les affiches.

Les cours du Conservatoire national des Arts et Métiers sont complétés par des travaux pratiques :

Machines. — M. Sauvage : Le cours ouvrira le mercredi 21 octobre à 14 heures. Tous les mercredis.

Physique industrielle. — M. Lemoine : Le cours ouvrira le jeudi 22 octobre à 14 heures. Tous les jeudis.

Métallurgie et travail des métaux. — M. Léon Guillet, Membre de l'Institut : Le cours ouvrira le vendredi 16 octobre, après midi. Tous les vendredis.

Mécanique. — M. Got : Le cours ouvrira le samedi 24 octobre à 15 heures. Tous les samedis.

Electricité industrielle. — M. Guilbert : Le cours ouvrira le samedi 24 octobre à 14 heures. Tous les samedis.

Filature et Tissage. — M. Dantzer : Le cours ouvrira le mardi 20 octobre à 14 heures. Tous les mardis.

Art appliqué aux métiers. — M. Magne : Le cours ouvrira le samedi 24 octobre à 14 heures. Tous les samedis.

Pour les conditions à remplir pour être admis à suivre l'enseignement pratique et pour tous autres renseignements concernant la délivrance des diplômes et certificats, demander les notices spéciales à l'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris.

NÉCROLOGIE

Wilfrid Kilian

Il m'est à peine possible de laisser entrevoir quelle perte la science française fait en Wilfrid Kilian, quel vide sa disparition va laisser pour tous les géologues dont, peut-être, il n'est aucun qui ne lui doive quelque chose, pour tous ceux que passionne l'étude du plus beau chapitre de la géologie, l'histoire des chaînes alpines, pour les deux amis de toute sa vie, compagnons de ses longues courses, qui sont aussi les chefs incontestés de notre école française, pour tous les collaborateurs qu'il suscita, pour ses élèves dont plusieurs sont aujourd'hui aux chaires magistrales de nos Universités.

Les Alpes françaises, le Dauphiné, Grenoble qui accueillit cet Alsacien indéfectiblement attaché à l'idéal qu'il eut le bonheur de voir réaliser, l'Université, le laboratoire qu'il rendit illustre, souffriront du départ d'un homme qui honora toutes les charges qu'il avait assumées et ne négligea aucun des plus humbles devoirs du géologue, du professeur et du citoyen. Il fut un de ceux dont l'œuvre, le dévouement, contribueront le plus efficacement au rayonnement de la pensée française dans le monde.

Wilfrid Kilian est né en 1862, dans notre chère Alsace, à Schiltingheim. Il y fit ses premières études, sous la direction de son père d'abord, dont il hérita de l'extrême droiture de caractère, de la haute conscience morale, du culte pour les choses de l'esprit et de l'amour de la Vérité. Élève ensuite du gymnase de Strasbourg, puis, à Paris, de l'École Alsacienne à peine fondée et qu'il n'oublia jamais, il conquit rapidement la licence en Sorbonne. C'est dans le laboratoire de géologie, que dirigeait alors Hébert, qu'il va faire son apprentissage de géologue et aussi se lier avec un Alsacien comme lui qui sera le compagnon de ses courses et le collaborateur de ses grands travaux, Émile Haug. Formé aux leçons de Maîtres tels que Friedel, Fouqué, Marcel Bertrand, Charles Vélain, il va encore avoir la plus belle occasion d'éprouver ses connaissances sur le terrain, guidé par celui-là même, qui d'un coup d'épaule allait engager en France la géologie sur une toute nouvelle voie : Marcel Bertrand. L'influence d'un tel maître laissera pour toujours une empreinte profonde sur l'esprit de Kilian.

En 1885, à l'occasion du grand tremblement de terre d'Andalousie, l'Académie des Sciences envoie dans ce pays une mission ; Kilian y sera le compagnon de route et le collaborateur immédiat de Marcel Bertrand. Outre l'étude stratigraphique des terrains secondaires et tertiaires dont il était plus spécialement chargé, il prendra une grande part aux découvertes qui nous ont fait connaître la structure de cette région, encore à peu près ignorée ; notamment à la découverte des grands mouvements alpins qui ont donné naissance à la chaîne bétique, à l'âge de l'ouverture du détroit de Gibraltar. Plus tard on a pu déduire des contours de Marcel Bertrand et de Kilian, l'existence, dans la zone *subbétique*, de véritables nappes de charriage que des études toutes récentes sont venues confirmer.

Il entreprend alors l'étude, destinée à sa thèse de doctorat, de la Montagne de Lure et soutient cette thèse à Paris en 1888 ; d'emblée elle le classe parmi les géologues du plus bel avenir. C'est déjà un exemple de la méthode que Kilian suivra toute sa vie, modèle d'une pénétrante analyse, basée sur de consciencieuses et multiples observations et de solides études paléontologiques. « Tout en recherchant toujours, comme il l'a dit lui-même (1), à dégager des recherches de détails les conclusions générales qu'elles comportent, il se livra toutefois de préférence à des travaux analytiques de stratigraphie, de géologie régionale et de paléontologie... » « Soucieux, dit M. Termier (2), de n'avancer, dans la connaissance stratigraphique, que pas à pas, et en assurant chacun de ses pas comme on fait sur la pente glacée en haute montagne, il ne s'est jamais contenté, ni d'attribuer provisoirement un âge à un terrain dépourvu de fossiles, ni de la détermination hâtive et imprécise d'une faune ; et de patientes recherches de laboratoire ont, à chacun de ses hivers, fortifié ou corrigé les découvertes qu'avaient apportées les courses de l'été précédent. C'est ainsi que se fonde, lentement, la vraie stratigraphie, celle qui demeure, celle qui

(1) Notice sur les travaux et les publications de M. W. Kilian. Lyon 1915.

(2) Rapport sur l'attribution du prix Gaudry à M. W. Kilian. *Compte-rendu som. des séances de la Société Géologique de France*, 4 avril 1921, p. 83.

Digitized by Google

servira, à lui ou aux autres, peu importe, pour l'édification des synthèses. »

Cette méthode analytique, qu'imposait à Kilian sa haute conscience morale, devait être celle de toute son œuvre. Sa thèse, qui le fait nommer, la même année, chargé de cours de géologie à Clermont puis, un an plus tard, à Grenoble où il sera titulaire de la chaire à trente ans, fut la base à laquelle il eut sans cesse recours dans la suite. Il est définitivement orienté vers la géologie alpine et vers la paléontologie des terrains secondaires, du Paléocrétacé surtout, dont il deviendra le spécialiste reconnu dans le monde entier.

Il va, pendant trente-six ans, ne plus quitter les Alpes françaises ; dès que la neige le permet, il sera sur les cimes, malgré souvent de réelles difficultés d'alpinisme. L'âge venant, il ne les abandonnera pas ; à la veille de sa mort, il y conduisait encore ses élèves. Tantôt il y va seul, tantôt avec son ami, M. Haug, avec lequel il continuera une collaboration infiniment féconde à laquelle nous devons aussi de beaux travaux sur le Jura du Doubs, avec Marcel Bertrand, MM. Zurcher, Révil, Lugeon. Il y entraîne une foule de collaborateurs que son enthousiasme, son extrême affabilité et son dévouement lui attireront sans cesse : Paquier, P. Lory, Reboul, Pussenot, ses élèves qui sont aujourd'hui des Maîtres : Jacob, Fallot, Gignoux, Moret et tant d'autres. C'est là qu'il trouvera aussi un ami de toute sa vie, M. P. Termier ; de leurs travaux parallèles naîtront une série de brillantes et courtoises controverses, aujourd'hui classiques, qui feront faire de grands progrès à la géologie alpine et prendront fin après de longues courses communes par un complet accord entre les deux amis. N'est-il pas de plus bel exemple que cette inaltérable amitié qui lie les trois plus grands parmi nos Maîtres?

La somme de faits qui nous est acquise par Killan est énorme, elle est exposée dans près d'un millier de notes, qui à elles seules forment 25 pages de petit texte du monument qu'il consacra vers la fin de sa vie aux ouvriers de la géologie alpine, aux plus humbles comme aux plus grands, de la *Bibliographie géologique du Sud-Est de la France*. Découverte de très nombreux gisements fossilifères nouveaux, analyse de presque tous les terrains des Alpes franco-italiennes du Carbonifère au Glaciaire, étude des grands complexes d'âge énigmatique comme les Schistes Lustrés ou les Marbres en plaquettes, dont il éclaircit la position, détermination de la structure en éventail du Briançonnais, généralité de l'existence au Lias, dans les Alpes françaises, de deux géosynclinaux, le géosynclinal dauphinois, découvert par M. Haug, et celui du Piémont, séparés par le bas-fond géanticlinal du Briançonnais. De grands mémoires, comme celui présenté au Congrès International de Vienne, celui avec M. Révil sur les chaînes intraalpines, un schéma, devenu classique des grandes unités structurales des Alpes, ont donné une synthèse de cet immense labeur.

L'œuvre de Kilian sur les glaciers et les glaciations n'est pas moins importante. Dès son arrivée à Grenoble, il entreprend, avec l'aide de la Société des Touristes du Dauphiné, l'étude des mouvements actuels des glaciers et de leur recul progressif, puis celle des vallées alpines, de leur creusement par l'érosion des torrents interglaciaires et de leur façonnement par les glaciers, lors des épisodes glaciaires. L'analyse des différentes glaciations des Alpes françaises qui correspondent exactement avec celle des Alpes suisses et autrichiennes lui permet de fournir à Penck et Brückner tous les documents nécessaires à cette partie de leur célèbre ouvrage ; l'étude des rapports des moraines avec les terrasses du Rhône et de l'Isère lui fournit la matière de mémoires de première importance, en collaboration avec M. Depéret ou avec M. Gignoux.

Sa contribution à l'étude de la morphologie alpine n'est pas moindre ; de nombreuses photographies prises par lui sont reproduites dans tous les traités classiques.

A côté de cette œuvre, se place une œuvre paléontologique, elle aussi de premier plan. L'étude des faunes du Jurassique supérieur, du Crétacé inférieur et de leurs termes de passage, celle de l'évolution des Ammonites crétacées, des phénomènes de convergence et de dimorphisme, des migrations des espèces, a occupé une grande partie de son activité au laboratoire. Spécialiste mondial, il est sollicité de partout de déterminer les récoltes des explorateurs. Il constitue une collection unique au laboratoire de Grenoble. Cette compétence universellement reconnue l'avait fait appeler à rédiger la partie consacrée au Paléocrétacé dans plusieurs recueils internationaux et à donner pour les *Lethæa geognostica* une étude d'ensemble sur ce terrain. La guerre a arrêté au troisième fascicule ce monument consacré au Crétacé inférieur du monde entier.

Esprit prudent, Kilian fut pourtant en beaucoup de points un novateur. Il a introduit, l'un des premiers, dans les recherches géologiques l'étude au microscope des roches sédimentaires, installa et perfectionna le premier sismographe qui ait fonctionné en France.

En outre de cet immense labeur scientifique, Wilfrid Kilian fut un professeur émérite et un grand animateur ; j'ai déjà dit quelle belle école il a suscitée. Il ne se contenta pas encore de cette action et prit une part importante à l'organisation de son Université et, comme membre du Comité Consultatif, à celle de l'Enseignement Supérieur en France. Spécialiste incontesté des barrages et captages hydro-électriques, il a contribué de toutes manières au développement du Dauphiné et des Alpes françaises.

Les récompenses les plus hautes étaient venues couronner cette belle carrière. Sa thèse reçoit de la Société Géologique le prix Fontannes ; lauréat de l'Académie des Sciences (prix Delesse) en 1899, sur un rapport de Marcel Bertrand, il en est élu correspondant en 1909, membre en 1919. En 1921 il reçoit la plus haute récompense de la Société Géologique, la médaille Gaudry.

Ce grand travailleur n'avait pas fixé de limite à sa tâche, la mort seule est venue brusquement l'interrompre. Il y a quelques jours à peine, je le retrouvais avec notre Société en Alsace, au côté de son ami Émile Haug. La joie de ces deux illustres Alsaciens de parcourir à nouveau, le marteau à la main, les plaines et les montagnes du pays natal, jadis interdit, avait illuminé notre réunion. C'est là qu'un mal soudain est venu brusquement le frapper ; douze jours après il n'était plus.

« Une très belle vie de savant, digne d'être offerte en exemple à notre jeunesse studieuse, une mort consciente et cependant exempte d'angoisses et comme illuminée par l'espoir de la récompense : telle fut, dans son pèlerinage terrestre, l'histoire de Wilfrid Kilian. Nous ne l'oublierons pas, cette histoire. Il en est de plus tapageuses. Il n'en est guère de plus utile, ni dont le souvenir pour la famille du défunt et pour tous ceux qui l'ont connu, apprécié, aimé, soit aussi vivace et aussi bienfaisant. »

Puis-je rien ajouter aux belles paroles de Pierre Termier qui lui adressa ce dernier adieu au nom de tous les géologues? tout ce que j'ai pu écrire est bien en dessous de la profonde admiration que j'avais pour le Maître qui vient de disparaître.

JACQUES BOURCART,
Préparateur de Géographie Physique à la Faculté des Sciences de Paris,
Vice-Président de la Société Géologique de France.

Digitized by Google

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 septembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A.-S. Besicovitch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques points de la théorie des fonctions presque périodiques.**

— *F. Carlson* (trans. par M. Hadamard). — **Sur quelques valeurs moyennes d'une fonction analytique.**

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandes.* — **Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.**

L'auteur a donné précédemment trois notes (C. R. 1925, 180, p. 1454 et 1980; 181, p. 265) se rapportant à la distribution des bandes dans les spectres infra-rouges d'absorption dus à neuf gaz de composition chimique simple. Les résultats avaient été résumés dans la formule $\nu = qd_1 \mid rs \mp q'd_1 \mid r's'$ formule qui, appuyée seulement sur neuf spectres, était présentée avec une certaine réserve.

M. Deslandres apporte des preuves nouvelles, au moins pour le premier terme $qd_1 \mid rs$ en utilisant les nombreuses mesures de Coblentz sur l'absorption infra-rouge de corps très divers publiées en 1905. Les résultats qu'il a obtenus sont réunis dans un tableau.

OPTIQUE. — *J. Dufay* (prés. par M. A. Cotton). — **La polarisation de la lumière zodiacale.**

Substituant les procédés photographiques aux observations visuelles pour l'étude de la polarisation de la lumière zodiacale, l'auteur a constaté que celle-ci était partiellement polarisée dans le plan P passant par la ligne de visée et par le Soleil; ce résultat confirme les observations anciennes de Ranyard et Burton.

De l'étude quantitative de la polarisation, il ressort qu'après avoir décru lentement de 30° à 60°, la dépolarisation semble passer par un minimum, puis croître beaucoup plus vite.

Les observations faites par M. Dufay confirment le fait généralement admis que la lumière zodiacale n'est que de la lumière solaire diffusée.

NAVIGATION. — *F.-E. Fournier.* — **Manœuvres de sécurité maximum pour éviter les abordages en mer.**

Les règles internationales établies étant insuffisantes en raison de leur imprécision, l'auteur propose, pour la détermination du point exact où se trouvent les navires, l'emploi d'un radio-ganiomètre spécial, et décrit les manœuvres auxquelles doit procéder chacun des bâtiments.

L. FRANCHET.

BIOLOGIE. — *E. Bataillon.* — **Les premières cinèses parthénogenésiques chez *Bufo vulgaris* et le mécanisme de la régulation.**

L'étude cytologique de la parthénogenèse traumatique est très lacunaire et la rectification des mitoses d'activation reste la grosse énigme, même dans le cas classique des Echinodermes. L'auteur a repris la question et résume dans cette Note les résultats obtenus sur les œufs de *Bufo vulgaris* dégagés de leur gangue par le cyanure.

Comme chez l'oursin, la karyokinèse initiale est monocentrique, la bipolarité secondaire est toujours imparfaite. Le matériel nucléaire importé par le stylet rétablit l'ordre cinétique normal en accentuant et en précipitant le gel.

GÉOLOGIE. — *Arabu* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Sur la Tectonique du champ de fractures de Ribeauvillé (Haut-Rhin) au nord de la Strengbach.**

Les considérations exposées dans cette Note permettent de conclure que si les *dislocations rhénanes* (dirigées en moyenne *N* 15 à 20° *E*) que l'orientation des collines sous-vosgiennes couronnées par les conglomérats oligocènes rend particulièrement nettes, donnent encore la physionomie tectonique de la région, elles ne l'expliquent pas entièrement. Ces accidents apparaissent ici comme l'expression d'un phénomène d'origine lointaine, dominant imparfaitement une infra-structure ancienne, à directrices différentes.

P. GUÉRIN.

Séance du 5 octobre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. H. Germay.* — **Sur les cycles d'intégrales périodiques infiniment voisines des équations aux dérivées partielles du premier ordre.**

ASTRONOMIE. — *Maurice Hamy.* — **Sur l'étude de la photographie des étoiles en plein jour.**

L'auteur a complété ses recherches antérieures (C. R. 180, 1925, p. 626) sur les conditions de possibilité de la photographie des étoiles en plein jour, en s'appuyant sur les considérations suivantes : au foyer d'une lunette, une image stellaire se compose d'une tache brillante, de diamètre angulaire égal au pouvoir optique de l'objectif et comprenant les 7/8 de la lumière incidente, entourée d'anneaux de diffraction d'éclat très faible. Par suite des perturbations atmosphériques, l'image ondule constamment dans le plan focal; aussi quand on opère par photographie, obtient-on une image résultante de diamètre différent du pouvoir optique, après une pose d'une certaine durée, même juste suffisante pour produire une simple trace d'impression, après développement. Dans cette hypothèse, l'image photographique naissante résulte uniquement de l'action de la tache brillante.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Recherches complémentaires sur la structure et la distribution des spectres de bandes.**

Dans une note précédente l'auteur a montré que sur 20 spectres d'absorption le premier terme de la formule $\nu = q'd_1\ rs + qd_1\ r's'$ se trouvait vérifié. Avec les corps étudiés, la position des bandes principales est, à l'échelle des fréquences, représentée par des sous-multiples de la fréquence universelle d et, de plus, fait important, est relié simplement au nombre et à la grandeur des atomes composants.

Les spectres de bandes sont manifestement sous la dépendance de la constante universelle d_1 et les spectres de lignes émis par l'atome seul, sont rattachés aussi à la constante par la même loi simple. L'auteur a montré en 1924 que 78 radiations des 20 premiers corps simples, qui sont les plus fortes de leurs spectres de lignes, sont aussi des multiples de la constante universelle 1062.5. Les faits envisagés impliquent une nouvelle série de vibrations qui est émise par les corps et liée intimement à d_1. Ces vibrations auraient leur siège dans le noyau des atomes ou dans une sphère, une cuirasse de protection liée au noyau. L'auteur apporte des précisions à cette hypothèse qu'il avait émise antérieurement.

OPTIQUE. — *A. Dufour* (prés. par M. Villard). — **Sur l'expérience de Michelson.**

Dans une précédente Note relative au calcul de l'expérience de Michelson dans l'hypothèse d'un éther immobile, une erreur de calcul dans l'application des formules donnant $\overline{Bm}$ et $\overline{Bp}$ a conduit l'auteur à énoncer des conclusions inexactes. Dans cette nouvelle Note, il indique une méthode de calcul confirmant simplement le résultat de la solution classique.

MINÉRALOGIE. — *A. Schoep.* — **Sur la buttgenbachite, nouveau minéral.**

Ce nouveau minéral cristallisé, se rencontre sous forme d'aiguilles enchevêtrées recouvrant la cuprite de Likasi

Digitized by Google

(Congo belge). Cristaux bleu d'azur, de densité 3.33; ils renferment 71.56 pour 100 de CuO, 6.02 pour 100 de Cl, 5.40 de N^5O^2 et 17.34 de H^2O, composition qui conduit à la formule : 18 CuO. 3 Cl. N^2O^5. 19 H^2O, qui présente des analogies avec celle de la connellite. Le nouveau minéral est dédié à M. H. Buttgenbach, professeur à l'Université de Liége.

MINÉRALOGIE. — *R. Weil* (prés. par M. Pierre Termier). — **Synthèse de la cristobalite par voie humide.**

L'auteur a réalisé cette synthèse en chauffant à 650°-750°, dans un tube C. Friedel et Sarasin, 4 gr. de silice précipitée, en utilisant, comme minéralisateur, le silicate de sodium dilué. Selon les concentrations, il se forme en proportions variables du quartz et de la cristobalite.

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Hubert.* — **Les nuages de la saison des pluies en Afrique occidentale.**

Les nuages situés dans le courant de la mousson (direction NW à SW) sont les cumulus formés sous l'influence de courants ascendants rapides.

Les nuages situés dans le courant de l'harmattan (direction E) sont des cumulo-nimbus, des cirrus, des alto-cumulus, des nimbus, des strato-cumulus et des stratus dont l'auteur indique les modes de formation et les variations qu'ils subissent.

MÉTÉOROLOGIE. — *L. Petitjean* (prés. par M. Bigourdan). — **Sur la répartition des forces au voisinage d'une discontinuité.**

L'auteur a indiqué précédemment (C.-R. 179, 1924, p. 1279) un procédé synoptique pouvant servir à déterminer le sens de propagation des fronts de discontinuité par la construction du champ d'accélération. En pratique on se contente de construire les champs des variations géométriques du vecteur vent au cours d'intervalles de temps suffisamment restreints. Cette nouvelle note a pour but d'expliquer la répartition des forces ainsi obtenues par la tendance à la conservation de l'état stationnaire du mouvement.

L. FRANCHET.

CHIMIE MINÉRALE. — Mlle *A. Anargyros* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'oxyde de manganèse colloïdal.**

Grâce à la présence d'un stabilisant albuminoïde, on obtient cet oxyde par réduction d'une solution de permanganate de potasse à 0,3 0/0 , contenant 10 fois plus d'une solution de soude protalbique en présence d'arsénite de soude. La solution rose, passe au vert, puis au brun. On purifie par une dialyse prolongée. On a ainsi un catalyseur très actif : on y observe le mouvement brownien.

A. RIGAUT.

GÉOLOGIE. — *G. Georgalas et N. Liatsikas* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur la nouvelle éruption du volcan de Santorin (août 1925).**

Le nouveau foyer éruptif de Santorin a été sous-marin dans sa première période. Les laves qui s'écoulent sont douées d'une faible fusibilité et arrivent à la surface du sol dans un état voisin de celui de leur solidification. Leur contenance en SiO^2 est égale à 64,20 — 65,84 pour 100. Grâce à leur viscosité elles tendent constamment à obstruer la bouche d'éruption, de sorte qu'un cratère typique ne peut pas se former.

Les auteurs caractérisent le type de la nouvelle éruption du volcan de Santorin comme un type *vulcanien*, avec quelques caractéristiques du type *strombolien*.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur la présence au Maroc du Pélobate cultripède.**

Il s'agit d'un animal lourd, à formes trapues, à aspect général de Crapaud, qui passe la plus grande partie de son existence enfoncé profondément sous la terre qu'il creuse à l'aide du tubercule noir, dur et tranchant armant ses tarses.

La faune du Maroc, assez pauvre en Batraciens anoures, s'augmente ainsi d'un représentant d'une famille nouvelle pour le pays et fort curieuse.

— *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Observations sur *Lagis Koreni* : Hermaphrodisme ; formations paramyéliniques dans l'ovule ; cellules néphridiennes avec capsules à corps central.**

L'auteur signale l'existence d'un hermaphrodisme au moins temporaire chez ce polychète. Le cytoplasme des ovules, examinés vivants dans le liquide cœlomique, présente des phénomènes de prévitellogenèse, à rapprocher, semble-t-il, de productions paramyéliniques.

Les néphridies de *Lagis*, au nombre de trois paires, ont une teinte brune caractéristique, due à la présence dans le cytoplasme de chaque cellule, d'inclusions sphériques relativement volumineuses (10 à 22 μ). Ces inclusions ont l'aspect de capsules pourvues d'une membrane résistante, renfermant une substance liquide incolore, au centre de laquelle se trouve en suspension un corps réfringent d'un jaune roux, sorte de calcul plus ou moins sphérique, mesurant de 7 à 12 μ.

PHYSIOLOGIE. — *G. Mouriquand* et *Leulier* (prés. par M. Widal). — **Avitaminose C (avec ou sans tuberculose) et cholestérine du sang et des surrénales.**

Il semble que l'avitaminose *C* aiguë, de même que l'avitaminose *C* chronique, s'accompagne de troubles profonds dans le métabolisme de la chlolestérine des surrénales alors qu'elles sont sans retentissement appréciable sur la cholestérinémie. Ce trouble paraît aggravé par l'association de la tuberculose à la carence alimentaire.

BIOLOGIE. — *A. Gruvel* et *B. Conseil* (prés. par M. L. Mangin). — **Remarques sur la biologie du Germon dans la mer des Antilles.**

Le Germon ou Thon blanc existe dans les eaux de nos Colonies antillaises, absolument identique à celui de nos côtes de France et d'un poids moyen de 3 Kilos.

Le fait que, sur les côtes d'Europe, tous les germons sont vides, tandis que, dans la mer des Antilles, la très grande majorité portent des glandes sexuelles bien développées, n'indiquerait-il pas que, tout au moins pour une partie de ces poissons, la zone de ponte se trouve soit dans la mer des Antilles elle-même, soit dans une région voisine?

— *S. Métalnikov* et *Rapkine* (prés. par M. F. Mesnil). — **La phagocytose et l'immunité chez les blastula et gastrula des oursins.**

La larve des oursins, même aux stades de blastula et de gastrula, possède une immunité très marquée contre *Bact. tumefaciens* et le microbe de Cantacuzène. D'autre part elle est très sensible aux vibrions cholériques. L'immunité se réalise par les phagocytes qui se détachent du sommet de l'intestin primitif.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *E. Gryntelli* et *H.-J. Guibert* (transm. par M. Henneguy). — **Sur les lésions altératives du tissu lamelleux au cours de l'inflammation expérimentale.**

Dans le cas d'inflammation aseptique par l'essence de térébenthine, la substance fondamentale des lamelles n'est pas détruite et la structure lamellaire est conservée ; s'il s'agit d'inflammation produite par des cultures de staphylocoque, le plasma lamellaire hyalin subit une fente plus ou moins totale et la structure lamelleuse est profondément altérée.

MÉDECINE. — *Léon Binet* et *René Fabre* (prés. par M. Widal). — **Le sort du camphre et de l'huile, après injection expérimentale d'huile camphrée.**

Après l'injection expérimentale d'huile camphrée, on note

Digitized by Google

l'élimination du camphre qui quitte rapidement les tissus pour être surtout éliminé par les reins ; quant à l'huile, elle reste présente au lieu de l'injection pendant des semaines et elle est résorbée grâce à un afflux de leucocytes qui constituent autour des gouttelettes huileuses un véritable enkystement. P. GUÉRIN

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La France économique et sociale au XVIIIe siècle, par Henri SÉE, professeur à l'Université de Rennes. In-8 de 250 pages (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Dans ce livre rempli de faits documentaires puisés aux meilleures sources, l'auteur trace un tableau excellent d'une époque que le public connaît mal, parce que les faits ont été trop souvent dénaturés, dans un sens ou dans l'autre, par des historiens qu'animaient, ou même qu'aveuglaient la passion politique ou la passion religieuse.

Avec une impartialité à laquelle on ne saurait trop rendre hommage, appuyé sur une documentation sûre, M. Sée remet les choses au point.

Cette étude objective d'une des plus importantes périodes de notre histoire éclaire d'une lumière vive les forces qui ont déclanché le mouvement révolutionnaire de 1789 et édifié la Société nouvelle sur les ruines de l'ancienne. C'est donc une excellente préparation, une introduction nécessaire à la synthèse que M. Mathiez a écrite sur la Révolution, dans la même Collection, et que le public a accueillie avec faveur. L. Fr.

Histoire des doctrines économiques en France, par Gaëtan PIRON, professeur à la Faculté de droit de Bordeaux. In-16 de 250 pages. (*Collection Armand Colin*) Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Ce petit livre présente un tableau à la fois impartial et clair des doctrines économiques françaises contemporaines. Toutes les théories sociales et économiques y sont étudiées, de l'Action française à l'Anarchie, de l'Individualisme au Communisme.

Chaque doctrine est l'objet d'un exposé précis et objectif qui en retrace l'évolution historique et met en relief les idées directrices.

Cet ouvrage sera pour les étudiants un instrument de travail et pour le grand public, un guide, car il permettra au lecteur de s'orienter aisément dans le dédale des doctrines sociales et d'adopter en connaissance de cause, celle à laquelle il donnera... ou ne donnera pas son suffrage.

L. Fr.

Du Cameroun au Caire par le désert de Lybie. Chasses au Tchad. par BRUNEAU DE LABORIE. In-16 de 408 pages avec 24 gravures hors texte et deux cartes. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

Le voyage du Cameroun au Caire effectué par M. Bruneau de Laborie comptera parmi les plus remarquables et les plus féconds de ceux qui jusqu'ici ont été faits sur le Continent africain.

L'itinéraire de M. Bruneau de Laborie à travers le désert de Lybie, pour établir la liaison entre le Tchad et Alexandrie, lui faisait traverser une région encore inexplorée et, dans le Journal de voyage qu'il nous donne aujourd'hui, on sent, malgré la modestie dont fait preuve le voyageur, les difficultés presqu'insurmontables avec lesquelles il avait chaque jour à lutter.

Son Journal nous fait voir, aussi, qu'il y a en lui non seulement un explorateur d'une remarquable endurance, mais aussi un diplomate habile. Obligé de vivre constamment en contact avec des populations sinon hostiles, du moins peu bienveillantes en raison de la méfiance qu'elles témoignent instinctivement envers tout Européen, M. Bruneau de Laborie sut inspirer, en même temps que la confiance, le respect de la France : il sut inspirer cette confiance par son énergie et sa bienveillance; par le maintien strict de ses droits et l'observance rigoureuse de ceux des autres.

Son Journal n'est pas une description sèche, une chronologie des incidents ou accidents de voyage, mais un récit attrayant qui, dès les premières pages, captive l'attention du lecteur. Qu'il s'agisse d'un fait banal, d'une chasse au buffle ou au rhinocéros, d'un accident grave pouvant compromettre, ou la suite du voyage ou la vie du voyageur, nous retrouvons toujours chez M. Bruneau de Laborie la même bonhomie qui est, en somme, cet imperturbable sang-froid et cette profonde philosophie qui font les grands explorateurs. L. FRANCHET.

Pour connaître Paris. Comment s'est formé Paris, par Marcel POËTE. In-18 de 66 pages avec 16 illustrations. (*Collection de la Société des Promenades-Conférences.*) Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr.

On ne peut que louer la pensée qui a guidé les éditeurs de cette collection destinée à faire connaître Paris, tel qu'il a été et tel qu'il est aujourd'hui, non plus par la lecture d'opuscules publiés sans aucun souci de la vérité mais par d'élégants petits volumes rédigés par des érudits.

Celui que nous présentons aujourd'hui a été rédigé par M. Marcel Poëte qui, en 66 pages, a présenté de la façon la plus attrayante le Vieux Paris et son acheminement vers le Paris moderne. Le texte, écrit avec élégance, est accompagné d'illustrations tirées des superbes collections du Musée Carnavalet.

Ajoutons que cette collection est également publiée en langue anglaise. L. Fr.

Résines et Térébenthines. Les industries dérivées, par M. VÈZES, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Directeur-Fondateur de l'Institut du Pin et G. DUPONT, ingénieur, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Directeur technique de l'Institut du Pin. In-8° de 656 pages avec 113 figures. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

L'intérêt particulier que présente pour la France l'industrie résinière est facile à comprendre si l'on réfléchit à la situation qu'occupe notre pays dans le monde au point de vue de la production des matières résineuses. Une statistique, établie avant la guerre, par le journal américain *Naval Stores*, évalue la consommation mondiale annuelle en essence de térébenthine à 860.000 barriques, soit 1.950.000 hectolitres (environ 168.000 tonnes). La consommation mondiale annuelle était, à la même époque, d'environ 623.000 tonnes. Sur ces productions les Etats-Unis occupent le premier rang avec 75 % et la France le deuxième rang avec 15 %.

Malheureusement, de cette situation privilégiée, la France ne tirait pas, avant la guerre, tout le parti possible, car la majeure partie de l'essence de térébenthine et de la colophane était exportée et c'est principalement l'étranger qui faisait subir à ces produits, les trans-

Digitized by Google

formations industrielles leur permettant d'atteindre le consommateur et souvent le consommateur français.

Mais, depuis la guerre, un gros effort a été réalisé pour le développement en France des industries résinières. De nombreux chimistes comme MM. Haller, Béhal, Grignard, Barbier, Darmois, Pariselle, Vavon, Bauer, Labaţut et tant d'autres ont montré, par de multiples travaux, qu'il s'agissait d'une œuvre vraiment nationale. D'autre part, les industriels ont eu la ferme volonté de développer leur industrie. Enfin, les encouragements des divers organismes de l'Etat ou en relation étroite avec lui, n'ont pas fait défaut.

MM. Vèzes et G. Dupont, en publiant cet excellent ouvrage sur les Résines et Térébenthines, apportent une très large contribution à l'essor de l'Industrie résinière et rendent, en outre, un très grand service aux chimistes et aux industriels obligés jusqu'ici à recourir à une foule de publications souvent difficiles à consulter.

Ils ne pouvaient mieux mettre en évidence l'action bienfaisante de l'Institut du Pin dont les services, rendus à l'industrie, ne se comptent plus. L. Ft.

L'industrie des produits chimiques et ses travailleurs, par A. Matagrin. In-12 de 486 pages avec figures. (*Bibliothèque sociale des Métiers*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 12 fr.

Ce livre comble une lacune dans l'histoire du travail. De même que le produit chimique fut longtemps négligé par la technologie, les travailleurs qui le préparent, et de qui l'on réclame aujourd'hui d'autres capacités que la vigueur musculaire, n'étaient pris en considération dans aucune monographie. On trouvera dans celle-ci l'historique de la profession et surtout l'exposé des conditions économiques et sociales dans lesquelles elle s'exerce à notre époque.

Les chapitres techniques envisagent tout spécialement les procédés les plus modernes, ainsi que les questions d'aménagement, d'outillage et d'hygiène industrielle.

D'autres problèmes d'actualité, interventions de l'Etat, organisation des entreprises, laboratoires de recherches, participation aux bénéfices, journée de 8 heures, etc., font aussi l'objet de pages substantielles.

Cet ouvrage, qui met en œuvre une abondante documentation française et étrangère avec toutes références utiles, intéressera le grand public soucieux d'orientation professionnelle aussi bien que le personnel des industries chimiques ou pharmaceutiques, et il sera là, pour l'ingénieur social, un vade-mecum très apprécié.

S. R.

L'automobiliste pratique, par H. Georget. In-16 de 156 pages avec figures. (*Bibliothèque des professions*). Hachette, éditeur, Paris. — Prix : 7 fr. 50.

Ecrit spécialement pour les débutants, ce petit manuel leur donnera tous les renseignements désirables pour les guider dans l'achat d'une voiture et la manière de la conduire. Ils y trouveront en outre des notions très précises sur ses principaux organes, leur fonctionnement, la tenue de la route, l'entretien, etc...

Toutes ces questions sont traitées de la façon la plus simple avec la plus grande clarté et toujours dans un but essentiellement pratique. S. R.

La pratique du graissage. Traité technique, par T. C. Thonsen, Ingénieur. Traduit par Chaillous. In-8° de XVI-745 pages avec 228 figures. Dunod, éditeur, Paris. — Prix : 77 francs.

Cet ouvrage constitue une véritable encyclopédie du graissage. Tous les industriels, à quelque branche qu'ils appartiennent, y trouveront les conseils indispensables pour l'utilisation rationnelle des lubrifiants dans chaque cas particulier.

Le lecteur pourra trouver d'utiles indications dans les viscosités-types qui sont exprimées dans les divers systèmes Engler, Redwood, Saybolt et Centipoise.

Une place toute particulière a été réservée aux recherches expérimentales récentes, relatives à l'onctuosité, question si déroutante et si controversée qui constitue encore, il faut le reconnaître, l'un des problèmes les plus captivants de la science du graissage.

L'importance considérable qu'a prise l'application des séparateurs centrifuges à l'épuration des huiles, a conduit l'auteur à décrire ces appareils à leur application aux turbines à vapeur, aux moteurs Diesel et aux transformateurs. L. Ft.

Une plaine de culture au Maroc. — Le Meknassi, par M. Le Grand. In-8°, 124 pages, 3 planches, (carte et coupe géolog., 11 photogr.) Edité par l'Ecole d Agriculture de Beauvais.

La région de Meknes, qui a déjà fait l'objet d'une série de monographies géographiques ou historiques de E. Arnaud et A. Bel (1917) notamment, est maintenant décrite par M. Le Grand au point de vue agronomique. La situation des plaines qui entourent l'antique capitale de Moulay-Ismaïl, aujourd'hui quartier général du Maréchal Pétain, attire tout naturellement l'attention du colon. A. Beaugé et moi en avons fait connaître, dans le *Bulletin de la Société Géologique de France* de 1922, la structure du sous-sol. Louis Gentil en avait donné dès 1914 une esquisse hydrologique dans le *Bulletin de la Société de Géographie commerciale*. Le climat du Meknassi n'est plus franchement maritime, sans être encore tout à fait continental. Le milieu physique et économique destine ce pays à la production des céréales, de la vigne et des animaux de boucherie. L'assolement quadriennal, jachère, blé, culture de légumineuses, avoine, semble le plus propice dans la région de Meknes. Les terres généralement fortes manquent de calcaire : en friche, elles sont envahies par le Palmier nain et servent de pacages aux Bovins. Les vignes n'ont pas été atteintes par le phylloxera : les indigènes en cultivent dans le djebel Zerhoun, où existent des olivettes étendues. L'élevage des Bovins, très important, nécessite, faute de nourriture à partir de juillet, la transhumance dans le Moyen-Atlas. La plaine de Meknes peut voir, d'ici une cinquantaine d'années, sa culture évoluer de l'exploitation extensive à l'exploitation semi-intensive; mais les Berbères resteront longtemps encore attachés à la vie pastorale et à la transhumance, dit l'auteur. Pour ma part, j'ai été frappé des analogies du Meknassi et des Hautes Plaines de Sétif, que j'ai vu si complètement et si heureusement se transformer en moins de trente ans. L. Joleaud.

Notes sur les Bois de l'Indochine, par A. Bertin, Inspecteur des Eaux et Forêts, Conseiller technique du Ministère des Colonies. In-8° de 62 pages. Publié par l'Agence de l'Indochine, Paris.

Cette intéressante notice est consacrée à l'étude des principaux bois indochinois. L'auteur a eu en vue de mettre son travail à la portée des industriels qui utilisent ou sont susceptibles d'utiliser les produits des forêts de l'Indochine, par conséquent ses descriptions comportent uniquement les caractères les plus saillants des bois étudiés et leurs usages. A côté du nom scientifique, figurent toujours les noms commerciaux et les noms indigènes.

La première partie, uniquement descriptive est suivie

Digitized by Google

d'une classification industrielle des principales essences, comprenant des tableaux qui seront d'une grande utilité aux ingénieurs et aux chefs d'atelier qui trouveront là un guide indipensable.

Le travail de M. Bertin contribuera grandement, espérons-le, à la diffusion, dans la métropole, d'une des catégories les plus importantes de nos productions coloniales.

L. Fr.

Le Coton en Indochine et les besoins de l'Industrie cotonnière française. — Conférence faite à l'Institut National d'Agronomie coloniale, par J. Cardot, Chef du Service scientifique à l'Agence économique de l'Indochine. In-8° de 27 pages. Agence économique de l'Indochine, Paris.

M. Cardot a envisagé la question du Coton sur toutes ses faces : Espèces diverses et Zones de producteurs, Culture, Rendements, Parasites du cotonnier, Production et Consommation du Coton. L'auteur démontre la nécessité d'intensifier la culture du Cotonnier et trace le programme à réaliser en Indochine. L. Fr.

La Houille blanche en Indochine. In-8° de 16 pages et une carte, publié par l'Agence économique de l'Indochine, Paris.

Bien que très succinct, cet exposé de la question de l'utilisation de l'énergie hydraulique en Indochine résume d'une façon très utile tout ce que l'on peut attendre des cours d'eau de notre colonie. L. Fr.

La lumière intensive. Phares et projecteurs, par Ed. Marcotte, ingénieur constructeur de phares. In-8° de 176 pages avec 25 figures (de la *Collection Payot*). Payot, éditeur, Paris. — Prix : 5 fr.

L'industrie de l'éclairage a réalisé des sources lumineuses d'intensité de plus en plus grande, qui dépassent de beaucoup ce qu'on aurait cru possible autrefois. C'est ainsi qu'un phare de un milliard de bougies, destiné à l'aviation, a été récemment édifié à Dijon.

La signalisation à grande distance, par l'emploi de sources intenses de lumière, soulève de nombreux problèmes que M. Marcotte, particulièrement compétent, expose avec beaucoup de clarté dans un petit livre qu'apprécieront non seulement les techniciens, mais tous ceux qui désirent acquérir des connaissances précises sur ces questions d'actualité.

L'auteur étudie d'abord les diverses sources de lumière connues : arc électrique, luminescence, incandescence électrique, incandescence par manchons, chauffés à l'aide de gaz ou de vapeurs, l'acétylène, etc. La lumière ainsi émise est toujours partiellement absorbée par les milieux qu'elle traverse et les signaux lumineux ont toujours une portée limitée, variable d'ailleurs avec les conditions atmosphériques; les problèmes relatifs à la propagation de la lumière forment l'objet de la deuxième partie de l'ouvrage. Pour canaliser la lumière émise dans une direction donnée et éviter son affaiblissement par étalement, on utilise des projecteurs lenticulaires ou à miroirs. Les projecteurs revêtent diverses formes suivant l'usage auquel on les destine; c'est ainsi qu'on distingue : les projecteurs de signalisation, les projecteurs de guerre et de marine, les projecteurs de défense contre aéronef, etc. M. Marcotte expose les principes des projecteurs et donne la description des principaux types dans les 3e et 4e parties de son livre. Viennent ensuite la description et l'étude, successivement, des phares proprement dits, des feux flottant et des aérophares. A. Bc.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Pierre Waguet. — Géologie agricole. Méthode pour l'Etude géologique et agronomique d'un domaine ou d'une région; 2e édition. In-8°. Edition de l'Institut agricole de Beauvais. — Prix : 5 francs.

Robert Villate. — Les conditions géographiques de la Guerre. In-8° de 345 pages avec 73 illustrations et cartes en noir et en couleurs. Fayot, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

E. Retterer. — Puberté et maturité sexuelle. Etude histologique et expérimentale. In-8° de 212 pages avec 25 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

G. Petit. — Recherches anatomiques sur l'appareil génito-urinaire mâle des siréniens. In-8° de 326 pages avec 73 figures (*Archives de Morphologie générale et expérimentale*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Max Kollmann et Louis Papin. — Etudes sur les Lémuriens. Anatomie comparée des fosses nasales et de leurs annexes. In-8° de 64 pages avec 11 figures et 2 planches. (*Archives de morphologie générale et expérimentale*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

James Georges Frazer. — Le Folklore dans l'Ancien Testament. Edition abrégée avec Notes. Traduction par E. Andra avec une Introduction par René Dussaud, Membre de l'Institut. In-8° de 446 pages. Geuthner, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

A.-R. de Lens. — Pratiques des Harems marocains. Sorcellerie, Médecine, Beauté. Avec une Préface par les Drs Speder et Lepinay. In-8° de 95 pages. Geuthner, éditeur Paris. — Prix : 15 francs.

P. Brun. — L'industrie des cyanures. In-16 de 469 pages avec 44 figures. (*Encyclopédie scientifique*), Doin, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Chalux. — Un an au Congo belge. In-8° de 725 pages avec nombreuses figures et 1 carte. (Collection : *Les grandes enquêtes de la « Nation Belge »*). A Dewit, éditeur, 53, rue Royale, Bruxelles.

Dr Louis Roule. — Les poissons des eaux douces de la France. Manuel descriptif et illustré. In-8° de 226 pages avec 37 planches. Presses universitaires de France. — Prix : 10 francs.

Loisel et Lomon. — La Physique des Rayons X à l'usage des Médecins. In-12 de 150 pages avec 49 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

C. Derulle. — La Sidérurgie. — In-16 de 350 pages avec figures (*Bibliothèque sociale des Métiers*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Dr Joseph Roy. — Vers la connaissance et la guérison du Cancer. Vue nouvelle sur la constitution de la vie. In-16 de 192 pages. — Editions du Raisin, Dijon. — Prix : 10 francs.

P. Monet. — Français et Annamites. T. I. In-16 de 256 p. Presses universitaires de France, Paris. — Prix : 7 fr. 50

Le Gérant : A. Desnoës.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 21 — 63e ANNÉE — 14 NOVEMBRE 1925

LOIS D'ACTION DES SÉCRÉTIONS INTERNES D'APRÈS LES RECHERCHES SUR LE CONDITIONNEMENT PHYSIOLOGIQUE DES CARACTÈRES SEXUELS SECONDAIRES (1)

L'étude du développement des êtres vivants comprend deux grandes questions, celle du développement des espèces et celle du développement des individus, de la phylogenèse et de l'ontogenèse. –

Pendant toute la moitié du XIXe siècle et jusqu'au commencement du XXe, le problème de l'origine et de l'évolution des espèces et le problème connexe de l'origine de l'homme passionnèrent les naturalistes et les philosophes. Durant ce temps, celui de la formation de l'être n'était étudié que par les embryologistes et par conséquent uniquement par son côté morphologique. L'investigation des causes qui déterminent cette formation paraissait impossible ; qu'on se rappelle la brève et mélancolique déclaration de Claude Bernard : « Les lois morphologiques échappent à notre connaissance. »

Or, présentement la question de l'ontogenèse captive de nombreux biologistes. C'est que la physiologie, qui a pu enfin s'en emparer; en a fait quelque chose de tout nouveau. Maintes découvertes dans le domaine des sécrétions internes ont permis aux physiologistes d'en entreprendre l'étude expérimentale. Les premières de ces découvertes datent des recherches sur les fonctions de la glande thyroïde. La haute signification des faits relatifs à l'influence de l'harmozone thyroïdienne sur le développement du squelette et sur le développement psychique ne fut cependant pas immédiatement et entièrement comprise. Dans ces dernières années seulement, en rapprochant ces faits de ceux qui venaient d'établir l'influence des glandes génitales sur l'apparition, le développement et le maintien des caractères sexuels secondaires, j'ai insisté sur leur valeur explicative. J'ai considéré les produits de la sécrétion de ces glandes comme étant les *facteurs endogènes* de la croissance et je les ai distingués des *facteurs exogènes*, matières minérales diverses, quelques acides aminés, la cholestérine, les vitamines. Si importante m'apparaissait l'action morphogénétique propre à ces substances que, dès 1909, je qualifiais d'harmozones (1), que je n'ai pas hésité, dans mes Leçons de Barcelone, en 1917 (2), à parler à ce sujet d'une révolution biologique.

Ce qui suit et qui sera l'introduction naturelle de cette conférence montrera que je n'ai pas exagéré.

Les morphologistes qui croient encore à la prédétermination des formes de l'être ne s'y sont pas trompés. Voici ce qu'écrivait à sujet, l'année dernière, le savant auteur des *Éléments de Morphologie des Vertébrés* (3) et de la *Morphologie générale*

(1) Conférence faite à l'Université de Milan, le 8 avril 1925, sous les auspices de l'*Istituto sieroterapico* (Directeur : prof. S. Belfanti).

(1) Voy. E. GLEY : Le néo-vitalisme et la physiologie générale. *Revue scientifique*, 4 mars 1911, p. 257-265.

(2) E. GLEY : *Quatre leçons sur les sécrétions internes*, 1re édit., Paris, J.-B. Baillière et fils, 1920.

(3) Un vol. grand in-8°, Paris, O. Doin et fils, 1911.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

(*Critique morphologique du Transformisme*) (1), le professeur L. Vialleton, de Montpellier : « Ces dernières années, la découverte de certaines substances agissant énergiquement sur le développement post-embryonnaire et le fonctionnement de certains organes a donné une vive impulsion à la théorie des causes actuelles (Gley, 1917). On sait en effet que la sécrétion thyroïdienne seule ou aidée par celles du thymus, des glandes génitales et de l'hypophyse, tient sous sa dépendance le développement du squelette et celui des tissus conjonctifs en général. De même les sécrétions des glandes génitales font apparaître au moment de la puberté les caractères sexuels secondaires. On a donné à ces diverses substances le nom de morphogènes. » (2) Et il ajoute : « Mais si tous ces produits et d'autres encore tels que l'alcool, divers virus pathologiques, etc., ont une action considérable sur la nutrition des tissus et par suite sur les organes qui en sont formés, on ne peut pas cependant leur attribuer la genèse des formes qui caractérisent les types. En effet, si importante que soit l'absence de la sécrétion thyroïdienne, elle ne modifie cependant ni l'orientation des membres, ni la forme essentielle de leurs os ou les rapports des angles que ceux-ci forment entre eux. Elle ne change point du tout le type spécifique et ne fait pas de l'être chez qui on l'observe une espèce nouvelle, mais simplement un individu malade et mal constitué. Il y a d'ailleurs beau temps que la forme spécifique est déjà fixée au moment où ces substances peuvent agir, puisqu'elle succède immédiatement au stade... dans lequel la thyroïde n'a pas encore acquis sa structure propre (3). Quiconque connaît la netteté des types spécifiques, leur durée, le succès avec lequel ils résistent à tant de tentatives faites pour les modifier, conçoit difficilement que la formation de tels types puisse dépendre du hasard de la rencontre de mille facteurs invoqués pour l'expliquer et parmi eux des sécrétions internes. Tous ces facteurs sont des conditions de la morphogenèse, ils n'en sont pas la cause. » (4).

C'est ainsi que, rencontrant au cours de sa critique du transformisme la théorie de l'action morphogénétique des sécrétions internes, Vialleton a essayé de la combattre. Je pourrais faire remarquer que j'ai appliqué la théorie des sécrétions internes à la morphogenèse de l'individu, et non à celle de l'espèce. Mais il vaut mieux aller droit à l'argumentation dont je viens de rapporter l'essentiel. J'en relèverai d'abord le premier point : le manque de telle sécrétion interne fait simplement de l'être où il se produit un individu malade et mal constitué. Il est très vrai que, comme le dit Vialleton, ni l'orientation des membres ni la forme essentielle des os ne sont modifiées par la perte de la sécrétion thyroïdienne. Il est vrai aussi que le défaut, ou l'excès, ou la déviation de quelques sécrétions détermine, non des espèces nouvelles, mais des malformations, le nanisme par exemple et le gigantisme. Mais peut-on dire avec Vialleton que les individus porteurs de ces malformations sont seulement des malades? La vérité est qu'ils s'écartent du type; ils présentent des déformations. Et s'il en est ainsi, n'est-ce pas parce qu'il s'est produit, au cours de l'ontogenèse, une influence modificatrice des dimensions normales du squelette? Car la forme, ce n'est pas une donnée qualitative seulement, mais quantitative aussi. On sait bien que les individus d'une même espèce acquièrent toujours à peu près les mêmes dimensions aux différentes époques de leur développement; quelle que soit la masse alimentaire qu'on lui offre, jamais une souris n'atteint la taille d'un rat; la taille des espèces, c'est une caractéristique non moins que la forme elle-même. Découvrir un facteur interne d'ordre chimique qui modifie la taille, c'est donc déterminer non assurément la cause, mais l'une des causes dont dépend le type spécifique. Mais la thèse de la prédétermination des formes organiques se heurte bien plus rudement encore à la théorie des sécrétions internes.

La preuve est faite de l'existence de sécrétions qui sont, dans toute la force du terme, morphogènes. La forme mâle et la forme femelle, caractérisées, l'une et l'autre, par des dispositions structurales spéciales, sont commandées respectivement par une sécrétion testiculaire et par une sécrétion ovarienne. Que l'on enlève les testicules avant la puberté, et le pénis reste rudimentaire, les vésicules séminales et la prostate restent à l'état d'ébauches; chez les Gallinacés, la crête ne se développe pas. Que l'on enlève les ovaires, ni l'utérus, ni les mamelles ne se développent. Les expériences de castration sont donc déjà très démonstratives : les formes sexuelles spécifiques ne se réalisent pas en l'absence de la glande sexuelle. Mais il y a plus. Si les formes organiques caractéristiques d'un sexe dépendent de la glande génitale correspondante, en enlevant celle-ci et la remplaçant par la glande hétérologue, on devra changer le sexe. Et c'est bien ce que l'on est arrivé à faire. La forme sexuelle est tellement dépendante en effet de la sécrétion qui la détermine que l'on a pu, en substituant une glande à une autre ou en faisant vivre les deux glandes côte à côte, réaliser soit

(1) Un vol. grand in-8°, Paris, G. Doin, 1924.

(2) L. VIALLETON : *Morphologie générale*, p. 579.

(3) Vialleton ne tient ici aucun compte du passage possible des sécrétions internes de la mère au fœtus. On sait qu'il y a déjà des faits qui montrent la réalité de ce passage.

(4) *Loc. cit.*, p. 580.

Digitized by Google

l'inversion sexuelle, soit l'hermaphrodisme. En greffant à un jeune rat mâle, préalablement castré, un ovaire, Steinach a vu survenir, d'une part, l'arrêt de développement de tout le tractus génital masculin, effet connu de la castration, et, d'autre part, une hypertrophie toute féminine des mamelles. Athias a obtenu le même résultat sur le cobaye.

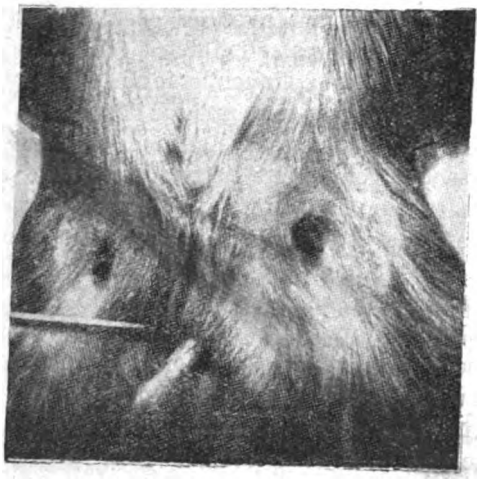
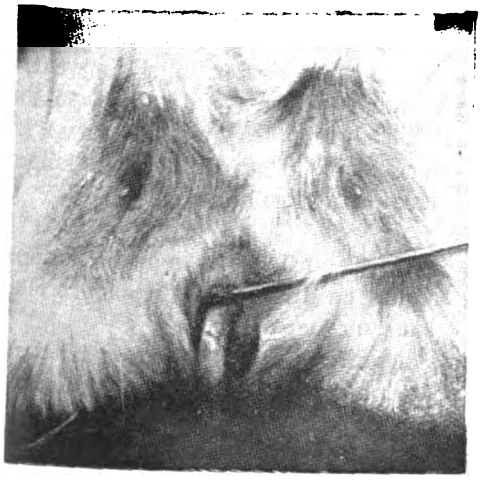


Fig. 459 (Knud-Sand). — Transplantation intra-testiculaire d'un ovaire sur un cobaye. Développement des mamelles ; sécrétion lactée. Double comportement.

On peut inversement donner à une femelle des caractères de mâle par extirpation des ovaires et greffe consécutive d'un testicule. C'est ce que Steinach a fait sur des rats, Knud Sand sur des cobayes, Pézard, puis Zawadovsky sur des poules. On a été



g. 460. (K. Sand). — Frère du cobaye de la photographie 459.

us loin. Par implantation d'un ovaire dans un sticule ou d'un testicule dans un ovaire, Knud nd (fig. 459) a réalisé des cobayes hermaphroes, c'est-à-dire créé chimiquement des types ; chez mâle, toujours pourvu des organes qui caractérisent son sexe, des mamelles se sont développées, aptes à sécréter du lait et, chez la femelle, le clitoris est devenu pénisoïde ; et le psychisme aussi de ces animaux s'est montré double. Des expériences du même genre, pratiquées sur des Gallinacés, ont donné des résultats encore plus démonstratifs, puisque l'on a pu constater qu'un ovaire, greffé sur un coq, contient des œufs en voie de maturation et qu'un nodule testiculaire, greffé sur

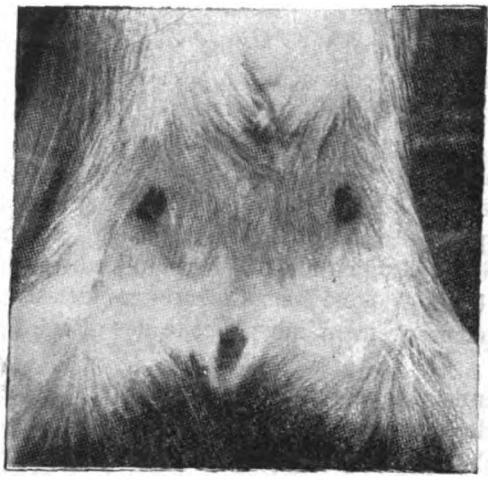


Fig. 461. (K. Sand). — Sœur du cobaye de la photographie 459.

une poule, conserve une lignée séminale intacte et que des spermatozoïdes y mûrissent, et que ce coq et cette poule offrent par ailleurs tous les caractères de l'hermaphrodisme (Pézard, Sand et Caridroit). Les organes greffés étaient donc bien fonctionnels, non moins que les glandes restées en

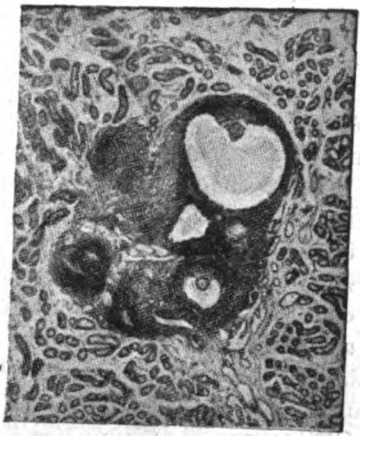


Fig. 462. — (K. Sand). Follicules de de Graaf dans l'ovaire transplanté.

place. Et ainsi rien ne manque à la démonstration : on peut créer expérimentalement des hermaphrodites et ceux-ci peuvent remplir les fonctions dépendant à la fois des organes qu'ils possèdent naturelle-

Digitized by Google

ment et des organes dont on les a munis, en sorte que, si l'on parvenait à développer en outre les conduits excréteurs qui correspondent normalement à chaque sorte de glande génitale, canal déférent ou trompe et utérus, ces êtres doubles seraient capables et de féconder des femelles par les spermatozoïdes élaborés dans leur testicule, et de produire des œufs fécondables. Cette déduction est d'autant plus légitime que des expériences de K. Ponse viennent de montrer que des crapauds mâles castrés, sur lesquels l'organe de Bidder s'est transformé en ovaire et les canaux de Müller se sont développés, s'accouplent avec des mâles, pondent des œufs et que ces œufs donnent des têtards. « C'est la première fois, ajoute avec raison l'auteur, que l'on obtient le développement de têtards provenant d'œufs dérivant de l'organe de Bidder et appartenant bien, par suite, à l'organe mâle » (1). L'inversion sexuelle expérimentale et l'hermaphrodisme expérimental sont donc bien des preuves décisives de l'action proprement morphogène des glandes génitales.

Comment, après qu'il a été démontré que l'inversion des sexes est parfaitement réalisable et même que l'on peut faire à volonté des êtres dont le sexe est double, comment, par quels arguments, soutiendrait-on encore la doctrine du prédéterminisme du sexe? Voilà assise sur des bases expérimentales solides la notion des sécrétions à action morphogène. Que peut opposer à un tel ensemble de faits l'ancienne idée de la prédétermination des formes animales, reprise par Vialleton? A la place de ces facteurs précis de l'ontogenèse, sécrétions internes, d'un côté et, de l'autre côté, acides aminés et matières minérales, que nous propose l'éminent morphologiste? Il n'hésite pas à reprendre à son compte la déclaration de von Baer : « L'essence de la forme procréante gouverne le développement du fruit », étant admis qu'il faut entendre par le mot essence « cet ensemble de propriétés et de formes que possède chaque type spécifique et qui le fait reconnaître comme un individu naturel. (2) » Aussi l'édification de la forme est-elle régie par l'hérédité. S'il est faux, Vialleton le reconnaît, de dire que l'embryon est préformé dans l'œuf, il est aussi faux, d'après lui, de prétendre qu'il n'est pas déterminé à l'avance et que le développement n'est que le résultat des conditions extérieures ou intérieures (autres que l'hérédité) que l'œuf a rencontrées avant de devenir un être achevé. L'hérédité serait donc la force invincible qui gouverne l'évolution des produits de la génération de sorte qu'ils forment toujours des êtres, sinon absolument identiques, du moins très ressemblants à leurs parents. Mais n'est-ce pas là parler de l'hérédité comme si c'était une cause réelle et efficiente, tandis que ce n'est qu'un terme abstrait qui s'applique à une collection de faits? « L'hérédité, disais-je en 1908, n'est point une cause de développement; elle n'est qu'un résultat, qui est la ressemblance du produit avec les générateurs. (1) » Et il y a longtemps, en 1889, j'écrivais déjà : « Alors qu'il faut expliquer la forme de l'être, on dit que c'est la forme qui explique l'être; alors qu'il s'agit de rendre compte du mode d'union des éléments qui composent l'être, on érige ce mode d'union en cause dite finale » (2). L'expérimentation patiente et l'analyse attentive des données qu'elle fournit ont plus de fécondité que le finalisme philosophique.

Quels résultats déjà ne doit-on pas à cette méthode? Voici que les physiologistes ont montré qu'il suffit d'extirper un organe pour que des êtres hautement différenciés retournent à un état neutre ou asexué; qu'il suffit d'un modeste greffon pour que des formes spécifiques soient inversées, et enfin que l'on peut faire coexister sur le même être deux glandes qui déterminent, l'une et l'autre, des dispositions structurales et un psychisme que l'on ne rencontre, chez les Vertébrés, que sur des individus profondément distincts. On est entré ainsi dans la voie de l'explication causale de l'ontogenèse.

***

L'analyse de tous ces faits relatifs au déterminisme des caractères sexuels secondaires a conduit aussi à des notions générales ou, si l'on veut, à des lois dont la valeur explicative atteste le haut intérêt. Toutes ces lois sortent des travaux poursuivis avec tant de succès par A. Pézard dans mon laboratoire depuis une quinzaine d'années.

I. — C'est d'abord la notion du « minimum efficace » qui a en quelque sorte pour corollaire la loi du « tout ou rien ».

Quand, en pratiquant la castration sur des coqs, on laisse en place un petit nodule testiculaire ou bien quand, après castration totale, on transplante sur les animaux opérés un fragment plus ou moins volumineux de testicule, on remarque, pendant la vie des animaux, que les caractères sexuels se développent parfaitement chez les uns, mais qu'ils

(1) K. Ponse. Ponte et développement d'œufs provenant de l'organe de Bidder d'un crapaud mâle féminisé. *C. R. Soc. de Biol.*, 28 février 1925, XCII, 582.

(2) L. Vialleton, *loc. cit.*, p. 578.

(1) E. Gley. Les sciences biologiques et la biologie générale. *Revue scientifique*, 2 janvier 1909, p. 1-11.

(2) E. Gley. Irritabilité. *Dictionn. encyclopédique des sc. méd.*, 1889, 4e s., t. XVI, p. 468, et *Essais de philosophie et d'histoire de la biologie*, Paris, Masson et Cie, 1900, p. 85.

Digitized by Google

en est d'autres chez lesquels ces caractères ne se développent pas ; or, à l'autopsie, on trouve des quantités différentes de tissu testiculaire, des nodules de poids variables. La précision de ses observations a permis à Pézard de déterminer la quantité nécessaire et suffisante pour que les Coqs acquièrent leurs caractères distinctifs ; il a trouvé un minimum au-dessous duquel l'animal reste chapon, minimum très exactement fixé à 0 gr. 45-0 gr. 50 ; il devient un mâle complet, pour peu que ce minimum soit dépassé ; au-dessous donc, *rien* ne se produit ; au-dessus *tout* se développe. C'est la loi du « tout ou rien », qui signifie qu'il n'y a aucune proportionnalité entre la masse du tissu conditionnant et la grandeur des caractères conditionnés. Prenons un exemple dans les recherches de Pézard sur le développement de la crête du Coq ; ces recherches ont montré que les organes érectiles sont sous la dépendance directe de l'harmozone testiculaire ; mais si, comme l'a fait Pézard, on mesure la crête et que l'on compare les longueurs de cet organe aux poids de testicule trouvés chez les sujets sacrifiés, on constate qu'il n'y a aucune proportionnalité entre la masse testiculaire et la crête ; le tableau ci-dessous, d'après quelques-uns des chiffres recueillis par Pézard, en est la preuve :

Masse testiculaire en grammes	Longueur de la crête en millimètres
42	110
28	106
20	113
14	81
2	145
1.5	110
0.5	111
0.1	59
0.0	56-63

L'animal dont les volumineux testicules pèsent 42 gr. n'a pas une plus belle crête que celui à qui il ne reste qu'un nodule pesant près de trente fois moins. J'ajoute que les observations de Pézard portent actuellement sur 300 coqs et poules qui ont été mesurés régulièrement et conservés au laboratoire une ou plusieurs années. Ainsi l'idée d'un parallélisme entre l'effet morphogène et la quantité d'hormone, celle-ci étant appréciée d'après la masse glandulaire, apparaît comme erronée (fig. 463)

La loi du « tout ou rien » a été vérifiée par Chr. Clampy sur les Grenouilles (*Rana temporaria*), par Mlle K. Ponse (1) sur d'autres Batraciens (Crapauds), par A. Lipschütz sur un Mammifère, le Cobaye. Clampy démontre que, sur des grenouilles mâles incomplètement castrées, 25 milligr. de testicule, c'est-à-dire 16 fois moins que la quantité normale, assure le développement intégral des glandes du pouce. K. Ponse a vu quelques Crapauds castrés à qui il était resté un petit reliquat de testicule, conserver tous leurs caractères sexuels secondaires.

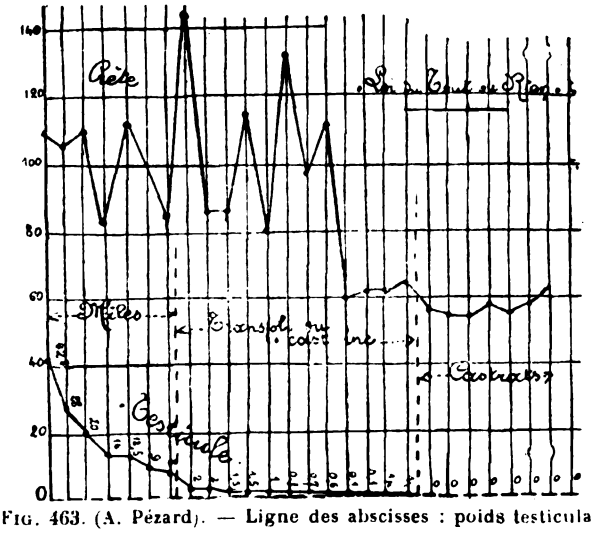


FIG. 463. (A. Pézard). — Ligne des abscisses : poids testiculaire. Ligne des ordonnées longueur de la crête en millimètres. Le poids de la masse testiculaire va en diminuant de 42 gr. à 0 gr. 50, sans que le développement de la crête subisse aucune modification. Les variations que l'on peut constater dans la longueur de cet organe tiennent à ce fait, que les animaux mis en expérience appartenaient à des races différentes. A partir de 0 gr. 50, il se produit subitement une régression de la crête ; celle-ci ressemble à celle des animaux castrés.

Dans les expériences de Lispschütz sur le Cobaye 1 % du testicule a suffi à la masculination totale de l'animal.

II. — Ces faits prouvent que, dès que le minimum efficace est atteint, il n'importe pas qu'il y ait peu ou beaucoup de tissu actif ; la quantité de substance sécrétée par le tissu est suffisante et la substance joue tout son rôle.

Dans ces conditions il paraît bien difficile d'admettre la réalité et l'efficacité d'une hypersécrétion testiculaire. Quand, en 1913 (1), j'ai critiqué les notions, déjà très répandues dans les milieux médicaux, de l'hypo et de l'hyperfonctionnement des glandes à sécrétion interne, nous n'étions pas encore en possession des documents si démonstratifs apportés par Pézard sur la question ; je ne m'étais fondé que sur mes observations personnelles et sur celles de quelques autres physiologistes relatives à la thyroïde et au pancréas ; il me semblait que ni l'hypo et l'hyperthyroïdisme, ni l'hypo et l'hyperpituitarisme ni même l'hypo et l'hyperépinéphrie ne pouvaient être acceptés avec la facilité dont témoignaient tant de travaux, surtout

(1) Voy. plus loin.

(1) E. GLEY. Relations entre les organes à sécrétions internes et les troubles de ces sécrétions. *Rapport au 17e Congrès intern. de médecine*, Londres, 1913.

Digitized by Google

cliniques. La notion du minimum efficace, si solidement établie par Pézard, est en contradiction absolue avec l'hypothèse d'un hypomasculinisme; en effet, dès que le minimum est atteint, toute la fonction s'établit; on ne voit pas, pour une quantité moindre de tissu, un moindre fonctionnement, mais simplement la disparition de la fonction. La notion est également contraire à l'hypothèse d'un hypermasculinisme; si l'on se reporte au tableau présenté ci-dessus, on reconnaîtra que l'on pourrait dire que toute masse testiculaire au-dessus de 0 gr. 50 est en excès et par conséquent qu'il doit y avoir sécrétion en excès à partir de 0 gr. 50 de tissu sécréteur; et cependant on n'a jamais constaté qu'il y eût un hyperdéveloppement concomitant. Etant donnés ces faits, on ne voit pas comment il se formerait ou comment l'on ferait des « surcoqs » (fig. 464).

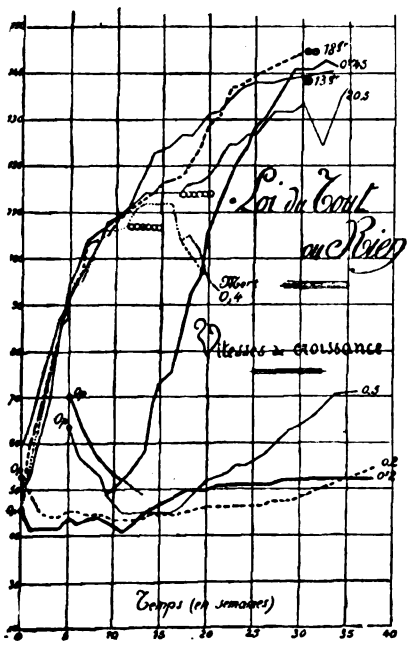


FIG. 464. (A. Pézard). — Sur la ligne des ordonnées les chiffres indiquant la longueur de la crête en millimètres. *Op.* signifie l'opération (castration). Le chiffre à l'extrémité de chaque courbe indique le poids trouvé du testicule.

Les diverses courbes indiquent la rapidité du développement de la crête. Sur l'un des animaux la castration a été presque complète; à l'autopsie on n'a trouvé qu'un nodule pesant 0 gr. 50; à noter que la crête, dont l'opération avait amené la régression très rapidement, a recommencé à croître à mesure que le nodule redevenait fonctionnel. Sur deux autres animaux des nodules pesant 0 gr. 45 ou 0 gr. 40 ont suffi pour assurer le développement de la crête aussi bien que sur deux ayant eu six testicules.

En fait, nous avons essayé, Pézard et moi, de transplanter sur quelques Coqs un, deux et même quatre testicules supplémentaires; sans doute ces transplants se résorbent peu à peu; mais, à aucun moment, pendant que sont libérés, au cours de cette résorption, les produits glandulaires actifs contenus dans ces organes, on ne surprend les signes d'une hypermasculinisation.

Je ne prétends pas qu'il ne puisse y avoir, de la part d'autres glandes, excès de sécrétion et action en excès de cette sécrétion, mais il n'est plus permis de présumer une telle donnée comme explicative de syndromes morbides; il faut la démontrer par un ensemble de faits bien liés.

III. — La notion du minimum efficace, toute capitale qu'elle est, n'est pas absolue.

Au cours de ses recherches sur les effets de la castration, Pézard avait remarqué plusieurs fois une dissociation des caractères sexuels : organes érectiles, chant, instincts combatif et sexuel; il observa en effet des Coqs castrés qui présentaient seulement l'un de ces caractères, d'autres qui en présentaient deux, à côté de ceux qui les présentaient tous réunis; de telle sorte que « si nous désignons, dit Pézard, par *a*, *b*, *c*, les caractères successifs, nous avons pu obtenir des sujets adultes portant le caractère *a*, d'autres portant les caractères *a* et *b*, d'autres enfin portant les caractères *a*, *b* et *c*; mais jamais nous n'avons pu obtenir *c* sans *b* et *b* sans *a*. » (1) Or, l'autopsie des sujets permit de constater que les premiers étaient porteurs de nodules testiculaires restés strictement au minimum efficace. Les différences de tissu entre les divers sujets étaient infimes, inappréciables à la balance, mais elles avaient suffi pour fractionner le développement. D'autre part, Pézard avait remarqué que l'apparition des caractères sexuels ne se fait pas en bloc, mais par échelons pour ainsi dire et toujours dans un ordre déterminé : la poussée de la crête et des organes érectiles a lieu d'abord, puis le chant et l'instinct sexuel se manifestent. Si l'on prend comme exemple un Coq de race Orpington, on voit que la crête et les autres organes vasculaires rougissent et grossissent avant qu'apparaissent les autres signes de la masculinité; puis le chant se fait entendre, l'instinct combatif se montre presque en même temps et quelques jours après l'instinct sexuel. Rapprochant ces deux données, la dissociation des caractères que peuvent effectuer les expériences de castration incomplète et les différences naturelles dans leur ordre d'apparition telles que les décèle une observation attentive, Pézard est amené à cette conclusion, à savoir que le minimum efficace n'est pas absolument le même pour tous les caractères qu'il détermine, mais que ceux-ci ont besoin, pour se manifester, de quantités légèrement variables d'harmozone.

(1) *Revue générale des sciences*, 30 décembre 1924, p. 702.

Digitized by Google

très légèrement croissantes à la vérité, puisqu'elles sont comprises dans cette masse qui peut être très réduite, nous le savons, et qui n'en constitue pas moins le minimum efficace. Celui-ci est comme le seuil général à partir duquel apparaissent les caractères sexuels. Mais il y a en outre des seuils particuliers, « seuils différentiels » de Pézard. En d'autres termes, le minimum efficace n'est pas tout à fait le même pour chacun des caractères considérés. La détermination directe des seuils différentiels ne paraît pas possible, parce que les variations de tissu qui conditionnent chacun d'eux sont trop minimes ; d'après ce qui a été dit plus haut, il est permis de ramener avec Pézard cette détermination à la détermination des temps d'apparition.

Cette notion des seuils d'activité différents d'une sécrétion interne ou *seuils différentiels*, qui ressort des expériences de Pézard sur les Gallinacés, se retrouve dans d'autres espèces animales. C'est probablement une loi générale. Ainsi l'on voit dans les recherches de Knud Sand sur la transplantation des glandes génitales et sur l'hermaphrodisme expérimental que cet auteur a constaté que les caractères sexuels des Mammifères (Cobayes) ne sont pas au même degré « hormonosensibles (1) » ; ce qui veut dire qu'ils apparaissent sous l'influence de quantités différentes, quoique très voisines, de tissu endocrinien. Dans le travail remarquable qu'elle a fait sur le déterminisme des caractères sexuels du Crapaud dans le laboratoire et à l'inspiration de Guyénot, Kitty Ponse (2) a vu qu'une quantité minime de tissu testiculaire, insuffisante pour amener le développement des brosses copulatrices, c'est-à-dire d'un caractère d'ordre morphologique, avait suffi pour faire apparaître, au printemps, les caractères sexuels physiologiques, l'instinct sexuel, le réflexe de l'embrassement, le cri spécial (3). Cette sensibilité inégale des différents caractères sexuels à l'influence de l'harmozone testiculaire, M. Aron, dans le laboratoire de Bouin, à Strasbourg, l'a constatée, de son côté, sur les Urodèles (diverses espèces de Tritons) (4) ; l'apparition des caractères, chez ces animaux, varie aussi avec la quantité de tissu actif ; ce sont les manifestations du comportement sexuel qui ont le seuil de développement le plus élevé. Les données numériques manquent pour apprécier la grandeur des variations de masse du tissu conditionnant ; si l'on en juge d'après les pesées de Pézard sur les Oiseaux, elles doivent être, chez les Urodèles, du même ordre, c'est-à-dire bien minimes. D'autre part, Aron a étudié la régression des caractères, à la fin de la période d'activité sexuelle ; ici aussi, il y a une dissociation ; chez le Triton crêté, par exemple, les signes du comportement disparaissent les premiers, puis la crête dorsale s'affaisse peu à peu et le gonflement du cloaque diminue ; finalement la bande argentée des parties latérales de la queue perd son aspect brillant. Pézard remarque avec raison, à ce propos, que cette analyse des phénomènes de régression, qui montre que l'ordre de régression répète en sens inverse l'ordre d'apparition des caractères, fournit une belle contre-épreuve de la notion des seuils différentiels (1). Enfin cette notion ressort encore des observations d'un autre élève de Bouin, de Courrier, sur un poisson, l'Epinoche. Le mâle prend une livrée nuptiale qui consiste en une pigmentation rouge sur l'abdomen ; il présente, d'autre part, à la même époque, une sécrétion muqueuse rénale bien particulière. Or, Courrier a vu que ces deux caractères ne sont pas également sensibles à l'influence testiculaire ; les chromatophores le sont plus que les néphrocytes ; ici encore il y a différence de seuil.

Jusqu'à présent la notion de seuils différentiels résulte d'observations faites sur la glande sexuelle mâle. Il serait étonnant qu'elle ne s'appliquât pas à l'ovaire. On peut lire dans l'*American Journal of obstetrics and gynecology* de septembre 1923, publiée par H. Thoms et Herschman, l'observation d'une petite fille de 3 ans et 11 mois qui eut ses premières règles à 3 ans 1/2, dont la poitrine est développée comme celle d'une femme, dont le pubis est couvert de poils, don la vulve est bien développée, mais dont la sensibilité et toute la mentalité sont restées celles d'une fillette de son âge. Il existe vraisemblablement d'autres cas analogues. Une telle dissociation entre les caractères somatiques et les caractères psychiques du sexe féminin trouve son explication dans la notion établie par Pézard sur les faits de même nature constatés chez les Gallinacés mâles. Il suffit d'une quantité x de substance ovarienne pour que se développent les

(1) KNUD SAND. *Experimentelle Studiers over Konskaracterer hos Pattedyr* (Études expérimentales sur les caractères sexuels chez les mammifères), un vol. in-8° de 256 p., Copenhague, 1918.

(2) Mlle K. PONSE. L'organe de Bidder et le déterminisme des caractères sexuels secondaires du crapaud (*Bufo vulgaris* L.). *Revue suisse de zoologie*, 1924, vol. 31, 177-336 (avec 3 pl.).

(3) Il est curieux de remarquer que, contrairement à ce que K. Ponse a vu sur quelques crapauds, ce sont les caractères sexuels d'ordre physiologique (instinct et ses manifestations) qui présentent le seuil le plus élevé chez les Gallinacés (Pézard) et chez les Tritons (Aron). Des observations ultérieures expliqueront certainement cette divergence.

(4) M. ARON. Recherches morphologiques et expérimentales sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires mâles chez les Urodèles. *Arch. de Biol.*, 1924, XXXIV, 1-166 (avec 4 pl.). Cf. aussi *C. R. de la Soc. de Biol.*, 4 juin 1922, LXXXVII, 248.

(1) A. PÉZARD, *Loc. cit.*, p. 703.

Digitized by Google

signes physiques de la féminité. Il faut une quantité x' pour qu'apparaissent les caractères psychiques. C'est, appliquée à l'ovaire, la notion de la variabilité quantitative du minimum efficace. Sans cette notion rien de plus difficile à comprendre que ces dissociations se produisant dans un ensemble de caractères qui paraissent former un tout.

Ainsi cette intéressante notion, établie d'abord pour les Gallinacés, acquiert une plus haute signification par son extension aux Batraciens et même aux Mammifères et aux Poissons et, d'un autre côté, par son extension probable à la glande sexuelle femelle. Elle doit sa valeur sans doute aux faits mêmes desquels elle résulte, mais surtout à cette considération, qu'elle limite et complète à la fois la loi du « tout ou rien » et par suite la renforce.

Elle me paraît destinée d'ailleurs à prendre plus d'importance encore. J'ai montré, dans mon cours de 1922-23 au Collège de France et dans les leçons que j'ai données en 1923 à l'Université de Rio de Janeiro, qu'il y a dans la physio-pathologie de la thyroïde des faits restés jusqu'à présent inexplicables et qui s'expliqueraient aisément par la notion des seuils différentiels. Quand on étudie la symptomatologie du myxœdème, il est facile de trouver des observations de myxœdémateux qui ne présentent pas tous les signes de la maladie, qui sont inégalement atteints. Ce sont les cas de « myxœdème partiel » de Brissaud, de myxœdème fruste ou atténué de divers autres auteurs. L'expression de myxœdème partiel est certainement la plus adéquate à l'explication que je vais essayer de donner de ces faits. En 1898 Brissaud a publié plusieurs observations de myxœdème avec intégrité de l'état psychique. Des recherches bibliographiques en mettraient vraisemblablement d'autres au jour. Dans un livre récent (1) Nobécourt rapportait celle de Jeanne B. (p. 96) ; il s'agit d'un cas d'arrêt de la taille, retard de l'ossification, retard de la dentition, un peu d'infiltration cutanée, abaissement du métabolisme basal, mais la chevelure était bien développée et l'intelligence éveillée. C'est donc un cas où la thyroïde paraît avoir été insuffisante pour le développement du système osseux, alors qu'elle était suffisante pour celui des phanères et celui du cerveau. Inversement, dans la monographie considérable et si documentée qu'il a consacrée aux troubles de l'appareil thyroïdien (2), Jeandelize rapporte plusieurs observations de myxœdème très atténué où prédominaient les troubles intellectuels. Et il rappelle à ce sujet qu'on a montré (Blaise, 1882; Mordret, 1890) que, dans le myxœdème post opératoire, l'apathie intellectuelle, l'affaiblissement de la mémoire, bref les troubles psychiques constituent les premiers symptômes de la maladie. Il y a des cas où les lésions de la peau sont peu marquées et d'autres où le défaut de sécrétion thyroïdienne a particulièrement influencé le tégument externe. Enfin on a cité des cas où l'atrophie des organes génitaux et par suite l'arrêt du développement génital coexistent avec un myxœdème atténué et d'autres où des myxœdémateux avérés conservent l'intégrité de leurs fonctions génitales. On trouvera dans le travail de Jeandelize que je viens de citer des exemples de tous ces faits (1), décrits sous la rubrique de « formes partielles du myxœdème » et qu'il considère, d'ailleurs avec tous les cliniciens, comme inexplicables. Il me semble qu'on en rend compte d'une façon satisfaisante en transportant au fonctionnement de la thyroïde la notion des seuils d'activité différents. De même qu'il y a un ordre d'apparition des caractères sexuels secondaires, il doit vraisemblablement y avoir un ordre de développement des structures et des fonctions conditionnées par l'harmozone thyroïdienne et par suite un ordre de régression de ces dispositions structurales et fonctionnelles. Comment reconnaître cet ordre d'une façon sûre et par là arriver à des précisions sur la hiérarchie des activités de la thyroïde, en tant qu'elles sont liées à des masses légèrement variables de tissu actif? Sans doute les observations de myxœdème congénital et de myxœdème de l'adulte, spontané ou post opératoire, sont en très grand nombre; mais il en faudrait opérer le dépouillement méthodique et critique, puis la classification rationnelle et enfin l'examen du point de vue que je signale. C'est un travail qui exigerait beaucoup de temps, de patience et d'application. Malheureusement il manquerait à ce travail la vérification histologique indispensable pour établir les différents seuils auxquels doit agir la glande. Le pis est que des vérifications de cette sorte nous manqueront sans doute toujours; elles sont devenues quasi impossibles, puisque désormais et depuis longtemps déjà aucun médecin ne saurait se soustraire à l'obligation de soumettre des myxœdémateux au traitement qui les guérira sûrement. Force est donc de s'en remettre à la logique; en comparant tout ce que nous savons de l'ordre d'apparition et de la dissociation des caractères sexuels secondaires aux dissociations qui se produisent parfois dans le

(1) P. NOBÉCOURT. *Les syndromes endocriniens dans l'enfance et la jeunesse*, un vol. in-16 de 310 p., Paris, E. Flammarion, 1923.

(2) P. JEANDELIZE. *Insuffisance thyroïdienne et parathyroïdienne*, un vol. grand in-8° de 824 p., Paris, J. B. Baillière et Fils, 1903.

(1) Voy. JEANDELIZE, p. 487-542. Voy. aussi ce qu'il dit du myxœdème fruste, p. 469-488.

Digitized by Google

syndrome lié aux lésions thyroïdiennes, il me semble légitime de penser que la thyroïde, comme la glande sexuelle, a des seuils d'activité différents. Ainsi seraient expliquées ces dissociations.

Il se peut d'ailleurs que l'expérience, s'appliquant de nouveau à la fonction thyroïdienne, réalise des dissociations du même genre. En voici un exemple : Stefan Drzewicki (1) a observé que, sous l'influence de très petites quantités d'extrait thyroïdien, la peau seule de jeunes têtards (*Pelobates fuscus* Laur) se métamorphose ; aucun des autres processus de la métamorphose ne se produit. A la vérité on pourrait supposer — et c'est ce que Drzewicki suppose — que ce fait tient simplement à ce que tous les organes n'ont pas le même degré de sensibilité à la substance thyroïdienne. Explication qui ne laisse pas de paraître conforme à la théorie de Champy (1921) des *zones sensibles*, que Champy a fondée sur des constatations histologiques abondantes et précises et par laquelle il rend compte de l'action de la thyroïde sur la métamorphose. Il n'en reste pas moins que les zones sensibles elles-mêmes, à en juger par les résultats des recherches de Drzewicki, sont influencées par des quantités légèrement différentes d'harmozone. C'est le retour à la notion de seuils différentiels.

La notion des seuils différentiels enlève assurément de sa rigidité à la loi du « tout ou rien », mais elle ne diminue point sa validité. Un arrêt, qui peut d'ailleurs n'être que temporaire, dans le développement des caractères sexuels ne prouve rien contre la loi. Une masculinisation incomplète, temporaire, ou même durable, peut tenir, Lipschütz (2) l'a bien montré pour le cobaye, à ce qu'un nodule testiculaire produit temporairement la quantité d'harmozone strictement minima. Il suit de là que la théorie de l'hypomasculinisme et, d'une façon générale, des hyposécrétions chercherait vainement à s'appuyer sur la notion des seuils différentiels. En réalité, dans les cas où cette notion s'applique à la fonction sexuelle, il n'y a pas hypomasculinisme ; il y a seulement masculinisation incomplète ; mais les caractères apparus sont normalement développés, aucun n'est réduit ; il peut en manquer un ou deux ; ceux qui sont présents n'ont rien qui soit au-dessous de la norme.

Telle est cette notion nouvelle des seuils différentiels. Quelque valeur explicative qu'elle présente, il faut reconnaître que les faits dont elle rend compte sont susceptibles d'une autre interprétation. On peut supposer que telle sécrétion interne n'est pas une, mais consiste en réalité en un complexe de plusieurs produits (1). Il se pourrait que la substance qui détermine le comportement sexuel ne fût pas celle même qui commande le développement des organes érectiles chez le coq ou que la substance thyroïdienne qui agit sur le psychisme ne fût pas la même que la substance sous l'influence de laquelle s'ordonne le squelette. N'a-t-on pas par exemple donné des raisons très plausibles d'une différence entre le complexe iodé qui détermine la métamorphose des Amphibiens et celui qui agit sur le métabolisme des Mammifères? (2) Autre remarque, non moins significative peut-être : il se rencontre des animaux dans la thyroïde desquels on n'a pu trouver d'iode, le renard par exemple (E. Roos, E. Gley) ; comme ces animaux présentent néanmoins une existence normale, la question se pose de savoir s'il n'y a pas, à côté de la substance iodée qui pourrait exister quelquefois en quantité indosable, un autre produit thyroïdien. D'autre part, n'a-t-on pas déjà commencé de montrer que l'insuline aurait deux effets et que ceux-ci s'expliquent malaisément par l'action d'une seule substance? (3) Enfin il se pourrait bien que la substance ovarienne qui conditionne le développement des glandes mammaires ne fût pas la même que celle, de semblable origine, qui préside à l'apparition des autres caractères sexuels, chez les femelles des Mammifères. L'ovaire est peut-être l'organe auquel s'applique le mieux cette hypothèse de la production par une même glande endocrine de substances diverses, cette hypothèse de la formation non point d'un corps unique doué d'actions multiples, mais d'un complexe chimique dont chacun des composants aurait une action propre. On ne doit jamais oublier d'ailleurs qu'une même cellule peut former des substances très différentes, témoins la cellule hépatique, la cellule intestinale, etc. Et l'élaboration par la même cellule gastrique ou pancréatique de ferments digestifs très divers n'est-elle pas aussi caractéristique à cet égard? S'il en était ainsi, si telle sécrétion interne était constituée, non pas par un seul, mais par plusieurs produits, on comprendrait que ceux-ci ne fussent pas toujours sécrétés dans le même temps en quantité physiolo-

(1) *C. R. de la Soc. de Biol.*, 17 mai 1924, XC, 1361-66.

(2) Voy. en particulier A. Lipschütz : Nouveaux faits relatifs à la fonction endocrine des fragments testiculaires. *Bull. d'histologie*, janvier 1925, II, 1-13.

(1) Cette hypothèse n'a pas échappé à Pézard ; chacun des caractères, dit-il (*Revue générale des sc.*, 30 décembre 1924, p. 702), pourrait être « gouverné par une hormone spéciale qui apparaîtrait à un moment donné » ; mais, d'après lui, « aucun fait d'ordre histologique ne confirme cette manière de voir ».

(2) W. W. Swingle. Is the Tadpole test for thyroid valid? *Endocrinology*, 1924, VIII, 832-38.

(3) L. Ambard, F. Schmidt et M. Arnovlyévitch. De la dualité de l'insuline. *C. R. Soc. de Biol.*, 22 mars 1924, XC, 790-92.

Digitized by Google

giquement active et l'on comprendrait aussi qu'il fallût des masses légèrement différentes de tissu pour la formation de ces diverses substances. Que l'une de celles-ci vienne à faire défaut passagèrement ou définitivement, il surviendra à coup sûr une dissociation plus ou moins durable des caractères morphologiques ou des phénomènes physiologiques conditionnés par la sécrétion considérée. Les cas de myxœdème partiel s'expliqueraient de façon très satisfaisante dans cette hypothèse.

L'analyse chimique arrivera peut-être un jour à distinguer et séparer divers produits dans une même sécrétion interne, s'il y a vraiment pluralité de ces produits. Mais dès maintenant on entrevoit un moyen de soumettre cette hypothèse, en tant du moins qu'elle concerne la glande sexuelle, à une vérification expérimentale. Expérimentation longue et laborieuse d'ailleurs et qui nécessiterait un matériel animal considérable. Pour cette dernière raison surtout, je n'ai pu songer à l'instituer dans mon laboratoire. Il faudrait avoir un très grand nombre d'animaux incomplétement castrés ; sur le nombre il s'en rencontrerait pour présenter l'une de ces dissociations dont il a été parlé tout à l'heure et sur lesquelles Pézard a insisté ; cette sélection étant faite, on en sacrifierait une partie et on prélèverait les reliquats glandulaires trouvés à l'autopsie pour en préparer un extrait ; à l'autre partie on injecterait cet extrait. Si des injections répétées même d'une grande quantité d'extrait ne faisaient pas apparaître le caractère non encore développé, ne serait-on pas en droit de penser que ce caractère est conditionné par une substance autre que celle qui est présente dans les reliquats glandulaires, puisque ceux-ci sont restés inactifs?

Quoi qu'il en soit et en attendant que l'expérience prononce, la notion des seuils différentiels suffit pour le moment à rendre compte des variations observées lors de l'apparition des caractères sexuels ou dans la symptomologie liée aux altérations de la thyroïde.

IV. — Les expériences de castration post-pubérales de Pézard ont conduit encore à une loi d'un grand intérêt physiologique. C'est la *loi de constance fonctionnelle.*

Quelques jours après que l'on a castré un coq, l'instinct sexuel, l'ardeur combative et le chant disparaissent, puis la crête régresse peu à peu. Et ainsi l'harmozone testiculaire, de même qu'elle est nécessaire au développement des caractères sexuels suivant un ordre déterminé, se révèle comme aussi nécessaire pour en assurer le maintien ; les caractères une fois constitués ne persistent que si l'action glandulaire persiste elle-même ; il faut que cette action soit constante. Les expériences d'injections d'extrait testiculaire sur les coqs châtrés (Pézard, 1917, 1918) sont très démonstratives à ce sujet ; tant que l'on pratique ces injections à intervalles réguliers, les caractères sexuels qu'elles avaient fait reparaître se maintiennent ; dès qu'on les interrompt, ils régressent (fig. 465).

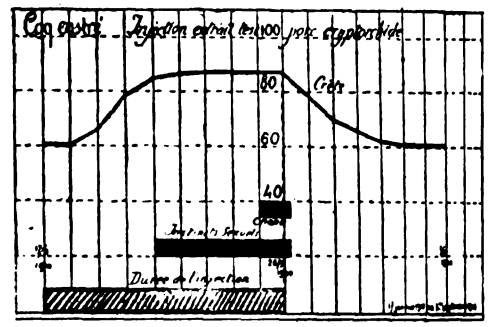


FIG. 465 (A. Pézard). — *Loi de constance fonctionnelle.* A un coq castré, chez lequel s'est produite la régression de la crête, on a fait régulièrement des injections d'extrait testiculaire. La crête recommence à croître, puis reparaissent l'instinct sexuel et le chant, celui-ci en dernier lieu. Dès qu'on cesse les injections, la crête s'affaisse progressivement ; les autres caractères sexuels secondaires régressent aussi, mais les premiers. Les chiffres placés en ordonnées, dans le milieu de la figure indiquent la longueur de la crête en millimètres.

Ici aussi il s'agit d'une loi biologique générale. Il y a longtemps que j'ai fait remarquer que l'influence de la sécrétion thyroïdienne sur le système nerveux central (influence sur le psychisme) est continue (1). Que si elle cesse de s'exercer, peu à peu l'activité psychique va s'affaiblissant et l'apathie intellectuelle finit par s'installer ; on constate celle-ci, on le sait, dans le myxœdème des adultes, dans beaucoup de cas. La régression intellectuelle, chez les individus chez lesquels il y a manque de sécrétion thyroïdienne, est un phénomène analogue, *mutatis mutandis*, à la régression de la crête chez le coq après castration.

Ce ne sont donc point seulement, on le voit, les caractères d'ordre morphologique qui sont soumis à la loi de constance fonctionnelle ; les caractères physiologiques n'y échappent pas. A côté de l'influence si remarquable de la sécrétion thyroïdienne sur l'activité psychique en général, on est en droit de placer celle, non moins importante, de la sécrétion testiculaire sur des phénomènes psychiques bien particuliers, tels que l'instinct sexuel et l'instinct combatif des Gallinacés. Sur ces phénomènes, comme sur le chant des mêmes animaux, l'harmozone testiculaire exerce une action d'entretien, tout à fait comp-

(1) E. GLEY. Le néo-vitalisme et la physiologie générale. *Revue scientifique.* 4 mars 1911, p. 257-265.

Digitized by Google

rable à celle de l'harmozone thyroïdienne sur le cerveau.

Et ainsi il y a entre ces deux sécrétions et leur mode d'action une analogie digne de remarque. Toutes deux ont un rôle morphogénétique de premier ordre et toutes deux sont nécessaires aussi au maintien des dispositions structurales ou fonctionnelles au développement desquelles elles ont présidé.

Un autre exemple de la loi de constance fonctionnelle, et non moins probant que celui qui ressort de l'étude des fonctions thyroïdiennes, est fourni par les effets de l'insuline chez les animaux sans pancréas. Chez le chien, par exemple, on prévient tous les accidents du diabète par l'administration régulière d'insuline en injection sous-cutanée ; et c'est ainsi qu'Hédon (1) a pu maintenir en vie et en parfaite santé, grâce à deux injections d'insuline par jour, un chien privé de son pancréas depuis 14 mois ; la suspension des injections provoquait des accidents très graves d'acidose. Léon Blum (de Strasbourg) a fait connaître une observation sur l'homme que l'on peut rapprocher de celle, si démonstrative, de Hédon ; il s'agit d'un grand diabétique traité pendant 10 mois ; dès qu'on diminuait les doses d'insuline, les symptômes d'intoxication (acétonurie, dyspnée, faiblesse, etc.) apparaissaient. La loi de constance fonctionnelle s'applique donc à la sécrétion interne du pancréas, comme à celle de la thyroïde et à celle de la glande génitale.

V. — La loi de constance fonctionnelle ne joue cependant pas à tous les moments de l'action des harmozones qui y sont soumises. Cette action en effet peut s'exercer soit à une période seulement de la vie de l'être, soit durant toute sa vie. Autrement dit, elle est continue (c'est la loi même de constance fonctionnelle) ou discontinue (A. Pézard).

C'est ce qui se voit pour la sécrétion interne du testicule, en tant qu'elle conditionne certaines formes du squelette. Une fois que celui-ci est formé, il conserve son aspect, même après la castration. C'est ici un phénomène qui n'est pas réversible, sur lequel l'action de l'harmozone est discontinue ou temporaire.

Il en est de même de la sécrétion thyroïdienne. Cette sécrétion règle le développement du squelette et celui du système nerveux central et de ses activités supérieures. Mais, une fois qu'il est formé, le squelette n'a plus besoin de l'action de la thyroïde. Il y a là encore discontinuité dans l'influence harmozonique. Au contraire, nous l'avons vu, les activités psychiques ne se maintiennent que si la sécrétion, durant toute la vie de l'être, reste normale ; chez l'individu soustrait à son influence les facultés psychiques régressent, comme régresse l'instinct sexuel des Gallinacés mâles castrés.

***

Telles sont présentement les principales idées générales qui ressortent des expériences faites sur le rôle des glandes sexuelles, de celles surtout qui ont été faites dans mon laboratoire. On voit que ces expériences ont conduit à la détermination de quelques-unes des plus importantes lois d'action des sécrétions internes. On voit aussi par là combien est féconde l'étude physiologique de la morphogenèse, telle que l'a permise l'analyse du rôle des sécrétions internes.

E. Gley,
Professeur au Collège de France.

(1) *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 16 fév. 1925.

UN NOUVEAU CYCLE ASTRONOMIQUE LUNI-SOLAIRE

Le problème de la prévision du temps à longue échéance préoccupe depuis fort longtemps les météorologistes ; la nécessité de recourir à des méthodes empiriques, les insuccès fréquents, si fréquents qu'ils devenaient la règle, avaient fait abandonner ce genre de recherches.

Cependant, tout le monde reconnaît l'importance du problème. Sans doute, il ne peut être question d'annoncer avec précision le temps futur à la manière des almanachs. Même pour la prévision à 24 heures, la seule possible jusqu'ici, il faut se contenter de notions générales. A plus forte raison, est-il impossible, dans l'état actuel de la science, de prévoir la situation de l'atmosphère pour une date déterminée. Un tel genre de prévisions ne repose sur aucune base, même empirique, et constitue une exploitation de la crédulité publique.

Mais, sera-t-il possible dès maintenant de prévoir les caractères généraux d'une année, la douceur ou la rigueur d'un hiver, les grandes chaleurs d'un été, la précocité ou le retard des saisons, la sécheresse ou les pluies continuelles? Une prévision de ce genre, même réduite aux éléments que nous venons d'énumérer, serait d'un grand secours

Digitized by Google

pour l'humanité. En quelques mots, je viens d'exposer le problème dont je cherche la solution depuis plusieurs années ; je n'ai pas la prétention de l'avoir résolu, mais j'espère lui avoir apporté une base sérieuse et scientifique.

L'idée principale qui domine toute recherche météorologique à longue échéance est la liaison entre les phénomènes astronomiques et les phénomènes atmosphériques. Cette idée est aussi vieille que l'humanité, car de tous temps les paysans et les marins ont prétendu constater une relation entre les changements de temps et les phases de la lune. *A priori*, on n'a pas le droit de rejeter avec mépris l'opinion des observateurs de la nature. Les riverains de l'Océan avaient justement attribué à l'influence de la lune le phénomène des marées, bien des siècles avant que les astronomes n'en puissent donner une explication scientifique. Mais il importe de critiquer l'observation populaire, d'en déduire le fond de vérité qu'elle renferme, et de se garder de toute conclusion hâtive et erronée.

Or, les considérations théoriques, de même que l'examen des faits, conduisent à cette conclusion que les principales influences sur l'atmosphère terrestre sont exercées par le soleil et par la lune. Les recherches orientées dans ce sens ont porté sur la découverte d'un cycle luni-solaire, c'est-à-dire d'une période après laquelle le soleil, la terre et la lune se retrouvent dans la même situation respective.

Une telle recherche paraît logique ; ce fut en s'inspirant de cette méthode que les astronomes Chaldéens réussirent à prévoir approximativement le retour des éclipses. L'application de cette méthode à la météorologie est rationnelle à la condition que le cycle comprenne tous les éléments qui paraissent susceptibles d'exercer une influence sur l'atmosphère. Or les éléments actuellement connus sont les suivants :

1° Le principal est évidemment la déclinaison solaire ; les changements de cette déclinaison, c'est-à-dire de l'élévation ou de l'abaissement du soleil par rapport à l'équateur sont la cause des saisons. Ils impliquent de toute évidence l'obligation pour le cycle cherché de comprendre un nombre exact d'années ;

2° On a constaté depuis longtemps une variation périodique des taches solaires, qui coïncide avec une modification des propriétés physiques du soleil, et une transformation concomitante du magnétisme terrestre. Cette période d'une durée moyenne approximative de 11 années 1/10 doit être prise en considération ;

3° L'influence de la lune sur le temps, si discutée depuis longtemps par les savants, ne semble pas pouvoir être niée sans témérité. Non pas qu'il faille rechercher une relation constante entre les changements de temps et les phases de la lune. La fausseté de cette comparaison a été depuis longtemps reconnue par Arago. Mais lorsqu'on étudie cette question sans parti pris, on doit reconnaître que presque toutes les lunaisons, comptées à partir de la nouvelle lune, correspondent à un type de temps particulier, caractérisé par la situation respective des anticyclones et des dépressions. Pendant la durée d'une lunaison, on voit les dépressions atmosphériques et les successions nuageuses suivre les mêmes directions générales. Naturellement les résultats sont différents suivant les pays. Les régions situées sous l'anticyclone jouissent du beau temps, tandis que les pluies sont abondantes sur le passage des dépressions ; les régions limites subissent des alternatives de pluies et d'éclaircies. Les effets sont différents et cependant la cause générale est la même. J'espère d'ailleurs pouvoir m'étendre davantage plus tard sur cette question. Il m'importe seulement de faire remarquer la nécessité pour le cycle de comprendre un nombre exact de lunaisons ;

4° Une période lunaire très importante à considérer est celle de la rotation du nœud ascendant de l'orbite lunaire. Par suite de cette rotation qui dure environ 18 ans 2/3, l'obliquité de l'orbite lunaire sur l'équateur varie entre 18°10' et 28°45'. On peut, suivant l'opinion de M. Poincaré, émettre l'hypothèse que cette différence, très sensible dans les déclinaisons lunaires exerce une action appréciable sur la situation des anticyclones et, par le fait même, sur la marche des dépressions. Cette rotation ayant une durée de 6793 j. 5, il est indispensable d'en tenir compte dans le cycle cherché ;

5° Une action appréciable peut encore être exercée par la variation de la distance de la terre à la lune ; cette distance subit des modifications considérables, passant de 405.000 km à l'apogée à 360.000 km au périgée. Or la ligne des apsides de l'orbite lunaire se déplace en un mouvement de rotation qui dure environ 9 années. Cette rotation, combinée avec les autres mouvements lunaires, est cause qu'une révolution anomalistique de la lune, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs de la lune au périgée, dure 27 j. 13 h. 18 m. 33 s. 1.

Des efforts partiels avaient été tentés jusqu'ici pour combiner quelques-uns de ces mouvements en des périodes diverses. La plus connue est celle de 19 ans qui comprend à peu près 235 lunaisons ; sous l'épithète de nombre d'or ou cycle de Méton, elle servait aux anciens pour prédire à peu près la date des phases de la lune. Elle sert depuis longtemps aux faiseurs d'almanachs pour le roulement de leurs annonces du temps.

Une combinaison de l'année solaire avec la

Digitized by Google

rotation du nœud ascendant de l'orbite lunaire avait fait découvrir un cycle de 93 ans qui comprend 5 de ces rotations (1).

L'application à la prévision du temps de la variation des taches solaires se résumait dans un cycle de 100 ans qui comprend 9 de ces périodes ; le retour de certains étés très chauds après l'intervalle d'un siècle, avait fait concevoir quelques espoirs relativement à la prévision à longue échéance.

Mais jusqu'ici aucun cycle n'était parvenu à combiner tous les mouvements solaires, terrestres et lunaires. La recherche de ce cycle est le problème dont j'ai trouvé la solution au cours de mes recherches sur la physique du globe. Quelque opinion que l'on puisse avoir sur l'application du cycle à la météorologie on doit constater sa réalité ; mes calculs ont d'ailleurs été vérifiés et reconnus exacts par le Bureau des Longitudes.

Ce cycle comprend :

744 années solaires soit approximativement 271.740 j. 2.

9.202 révolutions synodiques de la lune ou lunaisons, soit 271.740 j. 11 h. 17 m. 25 s. 6 ou 271.740 j. 47 ;

9.946 révolutions tropiques de la lune, une révolution tropique désignant le temps nécessaire pour que la longitude de la lune augmente de 360° ; on obtient 271.740 j. 10 h. 57 m. 6 s. 2 soit 271.740 j. 46 ;

9.986 révolutions draconitiques de la lune. On appelle de ce nom l'intervalle de temps qui sépare deux passages consécutifs de la lune à son nœud ascendant ; le total est de 271.741 j. 5 h. 28 m. 18 s. 8 soit 271.741 j. 23 ;

9.862 révolutions anomalistiques de la lune dont la signification a été définie précédemment, soit 271.742 j. 23 h. 16 m. 32 s 2 ou 271.742 j. 97.

40 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire soit approximativement 271.740 j. ;

67 périodes de la variation des taches solaires et du magnétisme terrestre. Ces périodes paraissant comprises entre 11 années 1 /10 et 11 années 11 /100, 67 d'entre elles font un total approximatif de 744 années.

Si l'on fait abstraction de la variation des taches solaires et si l'on considère uniquement la mécanique céleste la période de 372 ans sera suffisante. Elle comprend, en effet :

372 années moyennes soit 135.870 j. 1 ;

4.601 révolutions synodiques de la lune soit 135.870 j. 23 ;

4.973 révolutions tropiques de la lune soit 135.870 j. 23 ;

4.993 révolutions draconitiques de la lune soit 135.870 j. 61 ;

4.931 révolutions anomalistiques de la lune soit 135.871 j. 48 ;

20 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire soit 135.870 j.

Ainsi que l'exigeait la théorie, la différence entre le nombre de révolutions tropiques et le nombre de révolutions synodiques correspond au nombre d'années de la période. De même, la différence entre le nombre de révolutions tropiques et le nombre de révolutions draconitiques correspond aux 20 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire. J'ai donné tous les calculs à titre de vérification.

De même que tous les cycles astronomiques, celui de 372 années n'est pas complètement fermé ; mais son application visant tout spécialement la physique du globe, on constate avec intérêt que cet intervalle de temps ramène avec une très grande approximation les mêmes positions respectives du soleil, de la terre et de la lune. En particulier on note le retour périodique des éléments suivants :

Déclinaison du soleil et de la lune ;

Phases de la lune ;

Distance de la terre à la lune et au soleil.

De plus, une fois sur deux, tous les 744 ans, ces éléments coïncident avec le retour périodique de l'activité interne du soleil.

Par conséquent, on peut légitimement escompter le renouvellement des mêmes situations atmosphériques générales après 744 années.

Si l'on admet provisoirement l'hypothèse d'une influence prépondérante des lois de la gravitation universelle sur la formation des anticyclones, ou du moins sur leur position, on devra conclure au retour des mêmes caractères généraux des saisons après 372 ans.

Un raisonnement analogue amène à considérer également la semi-période de 186 ans. On voit qu'elle comprend 10 révolutions du nœud ascendant de l'orbite lunaire, avec un nombre de lunaisons égal à 2300, 5. Après cet intervalle de temps, la lune se retrouve aux mêmes dates dans une position opposée à la première. A une conjonction correspond une opposition et réciproquement. Par analogie avec le phénomène des marées océaniques on peut envisager l'hypothèse du retour après 186 ans d'une certaine similitude des mouvements de l'atmosphère.

Nous sommes donc amenés à étudier un cycle de 744 ans se divisant en deux périodes de 372 ans et quatre semi-périodes de 186 ans. Voyons main-

(1) M. Lévine signale ce cycle dans l'Atlas météorologique de Paris.

Digitized by Google

tenant les résultats de l'application de ces hypothèses à la météorologie.

Lorsqu'on veut appliquer à la météorologie la semi-période de 186 ans, la période de 372 ans et à plus forte raison le cycle de 744 ans, on se trouve forcément limité par le peu de durée des observations précises. Les observations météorologiques suivies ne dépassent guère un siècle ; celles de la température et de la pluie, deux siècles. Les seuls phénomènes dont on retrouve la trace chez les historiens et les chroniqueurs sont les saisons exceptionnelles. A l'aide de ces chroniques, Arago (1) a reconstitué une liste des hivers rigoureux ou froids subis au cours des différents siècles. A l'aide des renseignements sur l'époque des vendanges ou de la maturité des récoltes il a pu également dresser une liste d'étés exceptionnels. Ces listes sont évidemment incomplètes ; cependant elles fournissent une mine précieuse de documents.

Or la comparaison des dates fait ressortir d'une manière très nette, non seulement la période de 744 ans, mais encore celle de 372 ans et même celle de 186 ans qui portent sur des dates plus modernes. Les intervalles de temps ne correspondent pas toujours exactement à la durée des cycles astronomiques ; on constate parfois une différence d'une année en plus ou en moins, soit que cette différence existe réellement, soit qu'elle provienne d'une erreur de millésime. Une même date peut avoir été portée par un historien à un hiver survenu en janvier, ou à un hiver survenu en décembre. Autant que possible j'ai désigné chacun des hivers par la date correspondant au mois de janvier, lors même que la plus grande rigueur de la saison serait survenue en décembre, ainsi qu'il advint dans l'hiver de 1879-1880.

Les plus grands hivers subis depuis deux siècles correspondent aux années : 1740, 1776, 1789, 1795 1830, 1871, 1880, 1891, 1895, 1917.

Chacun de ces hivers appartient à une série, exposée dans le tableau suivant, avec l'indication des intervalles.

1re série		2e série		3e série		4e série		5e série	
				859	185	864			
		1033	185	1044	187		372		
994		1218		1231		1236		1272	
	372		185		187		186		186
	+								
	187	1403		1418		1422		1458	
			187	1419	185		186		
1553		1590		1603		1608			372
	187		186		186		187		
1740		1776		1789		1795		1830	

(1) Notices scientifiques, tome V.

6e série		7e série		8e série		9e série		10e série	
940									
	185								
1125								1143	
									186
	374	1323		1333				1359	
			185		185				185
1499		1508		1518		1524		1544	
	185		186		186		185		187
1684		1694		1704		1709		1731	
	187		186		187		186		186
1871		1880		1891		1895		1917	

La même périodicité se retrouve pour d'autres hivers froids sans être excessivement rigoureux. Un fait remarquable consiste en ce que presque tous les hivers cités par Arago du IXe au XIe siècle ont leur correspondant du XVIe au XIXe siècle, après un intervalle de temps qui varie de 743 à 745 ans. Pour abréger, je cite seulement les hivers du IXe siècle avec leurs correspondants.

801-1544	829-1572	864-1608
822-1565	856-1600	881-1625
824-1568	860-1603	893-1636 et 1638

Une telle série de coïncidences ne peut être uniquement un effet du hasard. De plus on retrouve certains caractères particuliers dans les hivers correspondants. Ainsi les hivers de 547 et 1292, 928 et 1672, 940 et 1684 ont été ressentis spécialement dans le Nord. Au contraire ceux de 559 et 1302, 764 et 1508, ont été signalés spécialement dans le Midi. Ceux de 821 et 1565 durèrent plusieurs mois. Ce retour périodique des mêmes situations est certainement remarquable.

L'étude des étés très chauds amène également des comparaisons fort instructives. Parmi les étés les plus renommés on cite ceux des années 1793, 1811, 1846, 1893 et 1911. Nous retrouvons des séries comparables à celles des hivers.

1re sér.		2e série		3e série		4e série		5e série	
		1251		1102	186				
				1288					
1422			373		185	1522		1540	
	186			1473			185		186
1608		1624			373	1707		1726	
	185		187				186		185
1793		1811		1846		1893		1911	

Des tableaux qui précèdent ressort nettement un parallélisme constant entre le cycle astronomique et les principaux phénomènes atmosphériques. Ce parallélisme n'est cependant pas mathématique ; sa précision n'est pas suffisante pour permettre d'établir des lois et de rédiger des prévisions certaines. Cependant il nous permet d'espérer qu'un certain degré de probabilité peut être atteint dans la prévision des caractères généraux des

Digitized by Google

saisons, à tout le moins dans les années exceptionnelles. Prétendre obtenir des résultats plus précis serait illusoire dans l'état actuel de la science météorologique. Nous en connaissons pas toutes les causes qui influent sur la circulation atmosphérique, nous ne pouvons actuellement estimer les degrés respectifs d'influence de celles que nous connaissons, et par conséquent nous sommes dans l'incapacité d'établir des lois générales.

Au point de vue de la prévision du temps à longue échéance nous sommes au même stade que l'étaient les Grecs au sujet de l'astronomie. Leur période de 18 ans 11 jours, connue sous le nom de Saros était exacte bien que certaines éclipses de soleil ne fussent pas constatées en Orient à la date annoncée par la période. Il n'est pas téméraire d'espérer que la même situation se retrouve en météorologie. Certaines irrégularités seront expliquées plus tard, sans infirmer cependant la loi générale de la périodicité.

Ces réserves nécessaires étant posées, j'estime qu'une application intéressante de la périodicité, signalée dans ce travail, est à prévoir dans un avenir prochain. En effet, nous devrions revoir en 1926 un grand hiver, correspondant après 186 ans de celui de 1740 et après 373 ans de celui de 1553. L'hiver de 1740, relativement peu rigoureux dans le Midi, fut très froid dans le Nord. La Seine et la Tamise furent prises pendant de longues semaines et la débâcle des glaces enleva les ponts de Rouen. L'hiver de 1552-53 fut de même rigoureux dans le Nord de l'Europe. Le capitaine Villoughby arrêté par les glaces en Laponie fut tué par le froid ainsi que tout son équipage. Les troupes de Charles-Quint qui venaient d'essuyer de graves échecs devant la ville de Metz souffrirent cruellement du froid et durent lever le siège à la fin de décembre. Verrons-nous en 1926 le retour de ces deux hivers? J'estime qu'une probabilité très grande milite en faveur de cette opinion, malgré les causes d'incertitude que signale cette étude. Un avenir prochain nous dira si l'hypothèse est vérifiée.

Abbé GABRIEL,
Professeur au Séminaire de Caen.

L'EXPERTISE DES TESTAMENTS OLOGRAPHES

J'ai publié il y a quelque temps dans la *Revue Scientifique* un article très général sur l'expertise en écritures (1). Plus récemment, un de mes anciens élèves, M. Félix Michaud, y a fait paraître, de son côté, un article sur la question spéciale de l'expertise des signatures, où il s'est inspiré en partie du cours que je professe à la Société Technique des Experts en écritures (2). Je vais traiter aujourd'hui d'une autre question particulière : celle de l'expertise des testaments olographes.

Les testaments olographes sont de simples écrits contenant les volontés des testateurs. Ils doivent en principe être établis sur papier timbré, mais il n'y a là qu'une mesure d'ordre fiscal, dont l'absence ne fait qu'obliger les bénéficiaires à payer une amende sans porter atteinte à leur valeur légale. Ils peuvent, en réalité, être faits sur tout ce qui est susceptible de se prêter à un tracé scriptural et, de plus, avec n'importe quel instrument. Il faut, par contre, qu'ils aient été non seulement signés, mais entièrement écrits et datés par le défunt lui-même.

Ils font fréquemment l'objet de contestations entre ceux qui en bénéficient et ceux à qui ils portent préjudice, héritiers naturels ou légataires en vertu d'actes antérieurs. La question est alors posée aux experts de savoir si ce sont ou non des faux.

L'expertise de ces testaments passe pour relativement facile aux yeux de beaucoup de professionnels de l'expertise. C'est tout à fait à tort. Elle est, au contraire, remplie de pièges. La croyance à sa facilité ne tient qu'à l'ignorance de certains de ceux qui s'y adonnent, bien des praticiens consultés par les Tribunaux ne se trouvant pas encore actuellement avoir toute la compétence voulue. De fait, les erreurs commises par les experts en écritures sont proportionnellement beaucoup plus fréquentes en matière de testaments qu'elles ne le sont, par exemple, dans le domaine des lettres anonymes. Si le grand public ne le sait pas, c'est que les procès concernant les testaments se plaident habituellement dans l'ombre, tandis que les affaires de lettres anonymes ont souvent un certain retentissement, font parler d'elles dans toute une région et éveillent même des polémiques de presse.

Il y a deux raisons pour lesquelles l'expertise des

(1) « Les méthodes modernes de l'expertise en écritures », 27 mai 1922.

(2) « L'expertise des signatures », 24 janvier 1925.

Digitized by Google

testaments est dans son ensemble particulièrement délicate : les testaments représentant de gros intérêts, on se donne le mal de « faire bien » et il s'est trouvé des testaments faux qui étaient effectués avec une habileté surprenante, au point de dérouter des esprits sagaces ; d'autre part, il existe une quantité de testaments qui, pour quelqu'un de non prévenu, ont l'air faux alors qu'ils sont pourtant l'œuvre du défunt.

Cette dernière circonstance tient à ce qu'il y a toutes sortes de causes naturelles qui influencent les graphismes des testateurs, qui les modifient sensiblement par rapport à leurs tracés habituels et qui font qu'ils présentent souvent des divergences d'aspect assez grandes avec ceux que l'on connaît d'eux et qui constituent des pièces de comparaison normales.

Je vais tout de suite préciser ces causes, car elles sont utiles à connaître, et c'est en les approfondissant, en étudiant leurs effets, que l'on peut arriver à donner à l'expertise des testaments une base scientifique.

a) Beaucoup de testaments se trouvent faits, par suite des événements, dans des conditions matérielles très défectueuses, ou dans des circonstances quelque peu extraordinaires. On en voit qui ont été écrits sous l'influence d'une émotion violente ou d'une colère intense, ou au sortir d'une hallucination ou d'un mauvais rêve. Il s'en rencontre qui proviennent de personnes étroitement surveillées, qui ont jeté hâtivement quelques lignes fébriles sur le papier en profitant d'une absence très momentanée de leur gardien. On cite le cas de naufragés qui, avant de disparaître, ont remis quelques lignes informes exprimant leurs dernières volontés à quelqu'un qui, plus heureux qu'eux, a survécu à l'événement tragique. Certains soldats partant pour l'assaut, certains blessés, certains condamnés politiques près d'être fusillés ont rédigé des notes testamentaires en tremblant, les larmes aux yeux, etc...

b) Une quantité de testaments, — ceci est un cas plus classique que les précédents, — sont faits par des personnes d'une faiblesse extrême due à la caducité ou à certaines longues maladies, quelquefois même par des moribonds qui ont rassemblé leurs dernières forces pour arriver à les tracer ou qui se sont fait faire une piqûre afin d'avoir la vigueur nécessaire pour former quelques mots.

c) Écrire un testament est un acte qui impressionne extrêmement certaines personnes, qui les met dans un état d'émotivité très grand, susceptible de provoquer toutes sortes de déformations dans le graphisme.

d) Emus ou non, les testateurs sont souvent hantés par le désir d'être très lisibles et d'éviter les équivoques au point de calligraphier le texte en tout ou en partie et d'aller jusqu'à écrire à main posée leur signature, au lieu de la jeter comme d'habitude sur le papier.

e) Lorsqu'ils sont vaniteux, ils éprouvent souvent le besoin de faire de l'acte qui contiendra leurs volontés suprêmes quelque chose de particulièrement soigné. Ils mettent donc leur écriture « en toilette », ils lui donnent des formes plus ou moins recherchées et l'agrémentent de fioritures.

f) Les testateurs qui n'ont qu'une culture intellectuelle minime sont parfois très embarrassés par le fait de se servir de papier timbré et il résulte de leur gêne des particularités très variées : ils écrivent tantôt plus gauchement, tantôt plus calligraphiquement, tantôt plus lourdement, tantôt plus légèrement, tantôt plus grand, tantôt plus petit.

g) Exprimant une volonté particulièrement intense, les testaments peuvent accidentellement porter les marques d'une fermeté plus grande que l'écriture habituelle du testateur.

L'idée qui ressort de l'exposé de ces différents cas où un testament peut être bon, — peut être « sincère », pour employer l'expression des techniciens, — tout en présentant des divergences accusées avec l'écriture normale du *de cujus*, c'est que *les anomalies ne doivent pas être considérées* à priori *comme des marques de faux*. Un expert doit même se pénétrer de cette idée que certaines d'entre elles se présentent comme des indices donnant lieu de présumer que la pièce est bien de la main du défunt. Son rôle est de voir si elles sont susceptibles d'une explication naturelle et si elles se trouvent au point de vue graphique en corrélation avec les circonstances dans lesquelles la pièce peut avoir été confectionnée.

J'ajouterai, pour préciser davantage, qu'il ne doit pas considérer *à priori* comme un indice de faux le fait qu'une écriture se trouve, par rapport aux pièces de comparaison, soit plus irrégulière ou plus fébrile, — soit plus haute, plus espacée, remplissant davantage le papier, ou au contraire plus petite, — soit plus ferme, contenant plus de signes de volonté, ou au contraire plus hésitante, — soit enfin plus soignée, plus ornementée, ou remplie de lettres plus simples, de formes plus enfantines.

Ceci posé, un expert risquera fort peu de se tromper s'il veut bien, dans son travail, ne pas se départir de certaines règles qui ont été tracées par les maîtres de la Société Technique des Experts en écritures et qui sont aujourd'hui enseignées dans ses cours.

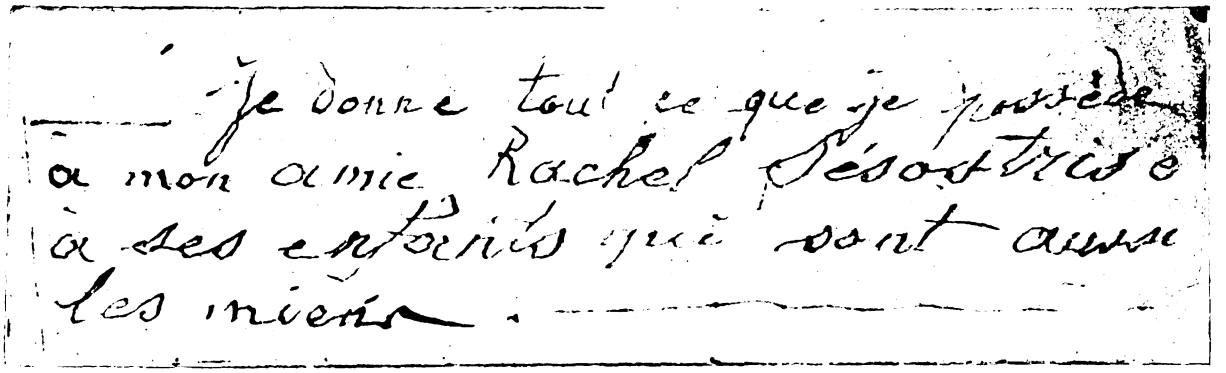
Je dirai d'abord qu'il y a un cas, auquel nous avons déjà fait allusion, pour lequel on ne peut guère se tromper : celui où un testament a été fait presque *in extremis* par un malade ou une personne très âgée et porte l'empreinte de l'état pathologique du testateur. Les signes auxquels on recon-

Digitized by Google

naît son état pathologique se présentent alors comme les meilleures preuves que l'on puisse avoir de sa sincérité.

Voici deux testaments qui montrent mieux que des explications détaillées ce que sont des pièces de ce genre.

Le premier a été fait par quelqu'un de très malade, qui s'est rétabli ensuite momentanément. L'état pathologique se manifeste dans les marques de tremblement (qui n'ont rien de commun avec les



Fg. 466.

indécisions d'un faussaire), dans les inégalités très grandes des dimensions des mots et des lettres qui se succèdent, dans les formes tourmentées des points et des accents, dans l'allure tombante de certaines lettres, dans les brisures de certaines

sonne âgée et maladive, extrêmement affaiblie par la caducité. Sa faiblesse se fait jour par toutes sortes de tremblements, par l'impossibilité de rendre les lettres tant soit peu parallèles, par une variation très grande du degré de pression de la plume, par les formes tourmentées et très inégales de pesée des points et des accents, par la difficulté à former convenablement les ovales et les mouvements de liaison qui fait que certaines lettres ont des bases quasi quadrangulaires ou à lignes brisées, enfin par le contraste que présentent certains traits impulsifs (barres de *t*, extrémités des lettres finales) avec l'allure généralement molle du tracé.

Il appartient à un cours de préciser tous les reflets d'un état pathologique grave ou d'une

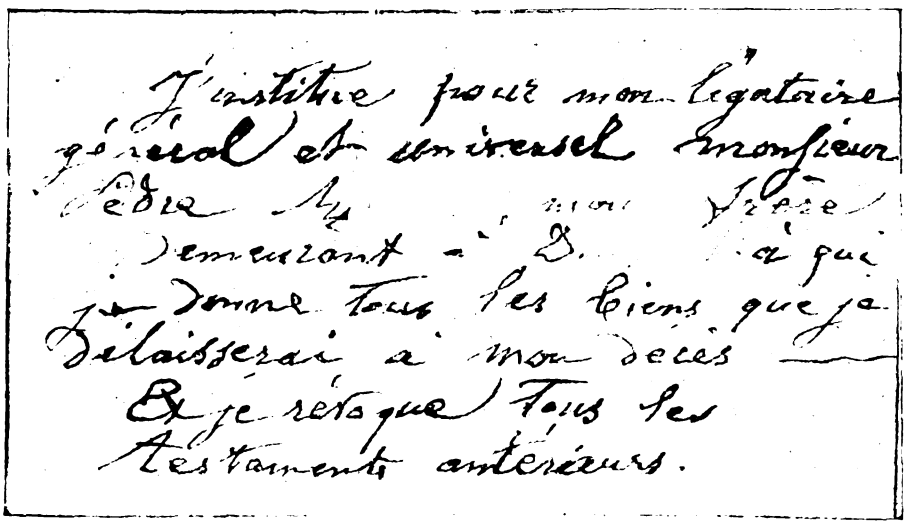


Fig. 467.

autres, dans certaines positions défectueuses des traits comme celle du haut de l'*f* du mot « enfant » ou celle de l'*i* du mot « mien », qui coupe très inélégamment le prolongement de l'*m* précédent.

Le deuxième testament a été écrit par une personne

caducité débile que peut présenter une écriture et ce avec quoi on peut les confondre. Les exemples que nous venons de présenter en donneront toutefois une idée.

Considérons maintenant les cas autres que celui

Digitized by Google

dont nous venons de parler. Sur quoi se basera-t-on pour décider de la sincérité ou de la fausseté d'un document? On examinera successivement ce ce que nous nommons *les caractéristiques graphiques d'ordre général, le degré d'homogénéité et les signes intrinsèques de sincérité ou de fausseté.*

Les caractéristiques d'ordre général sont celles qui sont indépendantes même de l'alphabet que l'on emploie. Elles se qualifient par des expressions où n'interviennent pas des types de lettres déterminés, telles que : *écriture élégante, écriture vulgaire, écriture sobre, écriture compliquée, écriture claire, écriture espacée, écriture resserrée sur elle-même, écriture aux pleins affectant la forme de la coupe d'un fuseau*, etc... Nos lecteurs trouveront quelques détails complémentaires à leur sujet dans l'article que j'ai mentionné au début.

Ceci dit, le principe à appliquer est le suivant : Si le testament est bon, ou les caractéristiques d'ordre général qu'il présente sont les mêmes que celles qu'offrent les pièces de comparaison, ou les divergences partielles qu'elles peuvent présenter avec celles-ci sont susceptibles de s'expliquer par les causes qui influencent les tracés des testateurs. Ce n'est, du reste, que dans un cours fait pour des techniciens que l'on peut préciser toute la gamme des variations naturelles des caractéristiques d'ordre général.

L'homogénéité est une notion peut-être un peu plus délicate à saisir : une écriture homogène est une écriture qui, *pour les caractéristiques d'ensemble*, ne change pas d'un bout à l'autre d'un document, ou ne varie que suivant une évolution progressive. La conception de l'écriture homogène ne joue aucun rôle dans la recherche des auteurs des lettres anonymes, car il est possible de déguiser d'une façon systématique son tracé en lui conservant de l'homogénéité. Par contre, elle intervient d'une façon intéressante lorsqu'il s'agit de déterminer si une pièce est ou non un faux : il est, en effet, très difficile d'arriver à produire un tracé homogène lorsque l'on cherche à imiter l'écriture de quelqu'un. L'effort que l'on accomplit pour s'assimiler et pour reproduire le graphisme d'une autre personne a des contre-coups qui déterminent des inattendus dans le tracé et qui créent même parfois des antinomies que ne donne pas la nature. Lorsque le graphisme d'une pièce est véritablement homogène, on peut affirmer presque à coup sûr qu'on ne se trouve pas en présence d'une imitation. L'écriture homogène ne se rencontre guère que dans les faux relativement rares qui sont faits « à la bonne franquette », en conservant son écriture naturelle, sans aucun souci de se rapprocher de celle de la personne dont on prend le nom.

J'ai remarqué que beaucoup de praticiens de l'expertise, mal informés, traitaient de non-homogènes les écrits des nerveux, des émotifs et des déprimés de toutes sortes, à cause des variations qu'ils ont au point de vue du parallélisme des axes des lettres, des directions des lignes, du calibre des mots ou des lettres et de la pesée des traits. Cela vient tout simplement de ce qu'ils comprennent mal la notion de l'homogénéité. Les écrits en question ne présentent que des variations explicables par une cause naturelle et qui, de plus, se répètent, avec une intensité croissante ou non, d'un bout à l'autre de la pièce examinée ; ils sont homogènes dans leur irrégularité.

Les signes intrinsèques de sincérité et de fausseté jouent dans l'expertise des testaments un rôle très grand, qui est parfois même primordial.

Les signes de sincérité les plus révélateurs visent surtout la spontanéité avec laquelle se trouvent mis en relief certains mots particulièrement intéressants pour le testateur, la répétition inconsciente ou peu consciente de certains mots ou de certaines lettres, le remplacement de certaines minuscules par certaines majuscules, la suppression du paraphe de la signature dans certaines conditions déterminées, l'allongement sous certaines formes du libellé habituel de la signature. A l'époque où ont commencé les cours de la Société Technique des Experts en écritures, j'en ai établi, en collaboration avec le regretté Pierre Humbert, un tableau aussi complet que possible. J'ajouterai qu'on ne les rencontre pas seulement dans les testaments faits par des personnes en bon état de santé, mais qu'on les trouve aussi, et plutôt davantage, dans ceux qui ne tirent leur apparence de fausseté que de l'état pathologique de leur signataire.

Lorsqu'un testament est bon et ne se trouve pas avoir été fait dans des circonstances un peu anormales, il contient souvent, à côté des signes intrinsèques de sincérité possibles, ce que nous appelons *des marques de coups de plume indiciaires*, c'est-à-dire *des éléments graphiques un peu complexes, d'une contexture tout à fait spéciale et provenant visiblement d'un coup de plume spontané* qui reproduisent tout à fait exactement et jusque dans les moindres détails des éléments des pièces de comparaison.

Un testament faux se reconnaît généralement comme tel aux divergences existant entre ses caractéristiques d'ordre général et celles des pièces de comparaison qui n'ont pas une cause naturelle. — à l'aspect *disparate*, c'est-à-dire « non homogène », de son tracé, — enfin aux signes intrinsèques de fausseté que peut offrir son graphisme et à certaines anomalies qui ne s'expliquent pas logiquement.

Les signes intrinsèques de fausseté les plus con-

Digitized by Google

nus sont : le manque de corrélation entre les signes d'accentuation ou de ponctuation et l'écriture des mots dont ils dépendent — et la répétition trop fidèle de certains types de lettres un peu complexes.

Le premier de ces deux éléments d'observation n'est, en réalité, qu'un cas particulier du caractère disparate du tracé, mais il est particulièrement intéressant à examiner et il doit faire l'objet d'une mention à part. Il existe comme une harmonie naturelle entre la forme et la position des signes d'accentuation et de ponctuation et l'écriture des mots au-dessus et à côté desquels ils se trouvent placés. Cette harmonie, due au mouvement sans contrainte de la main, les faussaires ne la comprennent pas souvent et, alors même qu'ils la saisissent, ils sont parfois impuissants à la réaliser. — D'autre part, un contrefacteur s'attache fréquemment à imiter très bien quelques types de lettres particuliers, un peu complexes, qu'il répète ostensiblement. En faisant ces lettres trop semblables à elles-mêmes, il en arrive à supprimer ce qui est l'indice du mouvement naturel, car le jeu spontané de la plume crée perpétuellement des nuances.

Quant aux anomalies qui ne sont pas susceptibles de s'expliquer logiquement, elles peuvent présenter toutes les formes possibles ; il n'y a là que des questions d'espèces. J'en citerai une qui m'a frappé au cours d'une expertise récente et qui est amusante de précaution inutile et dangereuse. Le faussaire avait remarqué que le défunt avait l'habitude de recourber ses mots contre le bord du papier au bout des lignes. Il avait reproduit cette manière de faire avec une fidélité parfaite, mais il n'avait oublié qu'une chose, c'est que, chez le défunt, elle paraissait naturelle parce que toute son écriture était très resserrée sur elle-même et qu'il laissait fort peu d'espace blanc entre les mots d'une même ligne : comme personnellement, au contraire, il espaçait instinctivement beaucoup ses mots, il avait introduit inconsciemment sur les lignes du testament litigieux des blancs énormes, qui juraient complètement avec des mots recourbés à leur extrémité. La bizarrerie était à elle seule presque suffisante pour montrer que l'on se trouvait en présence d'un faux.

Il y a lieu de dire avant de terminer que beaucoup de pièces fausses sont faites avec une plume très grosse ou, au contraire, très fine. Cela tient à ce que la nuance précise du jeu des pleins et des déliés est particulièrement délicate à s'assimiler pour un imitateur. Beaucoup de contrefacteurs s'en rendent tout de suite compte et masquent ou suppriment la difficulté par l'emploi de l'instrument qu'ils choisissent pour écrire. Il y a toujours lieu de suspecter un document qui présente des traits uniformément épaissis ou, au contraire, uniformément amincis, lorsque la personne dont il porte apparemment la signature n'a pas l'habitude constante de se servir d'un instrument qui produise l'un ou l'autre de ces résultats.

L'expertise des testaments est, nous le répétons, une chose difficile. Néanmoins, dans la plupart des cas, l'expert peut arriver à des conclusions définitives. Mais il faut que celui qui a la mission d'examiner les pièces arguées de faux et les documents de comparaison soit véritablement un expert digne de ce nom. L'humanité ne diversifie guère ses procédés. Il y a aussi pour l'initié des types de testaments bons et des types de testaments faux qui ne le trompent pas. Malheureusement, les spécialistes capables de déterminer, en toute connaissance de cause, la sincérité ou la fausseté d'un testament sont extrêmement rares. Il ne s'en trouve peut-être pas actuellement seulement vingt dans toute l'Europe. Il faut espérer qu'avec le temps et la diffusion des notions appropriées, cette situation changera.

SOLANGE PELLAT,
Président de la Société Technique
des Experts en écritures.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1925). — *Théorie des nombres.* — *M. P.-J. Myrberg* étend les méthodes d'Hermite à la réduction simultanée de deux formes quadratiques φ_1, φ_2 ; le déterminant de $z_1\varphi_1 + z_2\varphi_2$ est une forme binaire en z_1, z_2 dont la réduction joue un rôle fondamental dans la réduction du couple (φ_1, φ_2).

Théorie des fonctions. — 1. Soit $f(z)$ une fonction holomorphe autour du segment $(0, 2\pi)$; en général, pour z imaginaire, la série de Fourier de $f(z)$ sera divergente et non sommable par la méthode de Cesaro. *M. Nicola Obrechkoff* montre qu'elle est pourtant sommable par la méthode de M. Borel.

2. *M. Rolf Nevanlinna* énonce des théorèmes qui lui permettent de préciser la distribution des zéros de $f(x) - z$, où $f(x)$ est une fonction méromorphe d'ordre q ; par exemple, on peut indiquer des cas où ces zéros sont situés principalement dans le voisinage des droites $\sin q\varphi = 0$ (φ étant l'argument de x).

3. Prolongeant les travaux de MM. Osgood, Young et Hobson, *M. A. Kovanko* étudie les points de convergence non uniforme d'une série de fonctions ; il y a de

Digitized by Google

tels points dont la présence rend possible l'intégration de la série terme à terme; soient γ les points analogues pour les séries déduites de la proposée par k intégrations (où k est quelconque); faisant croître k indéfiniment, l'auteur montre que l'ensemble γ_ω contient effectivement des points.

Analyse. — 1. *M. Michel Akimoff* rattache à des fonctions plus générales (et, notamment, aux fonctions du cylindre circulaire) les transcendantes que l'on déduit de la fonction hypergéométrique P de Riemann par la confluence de ses singularités.

2. Soit $q(x)$ une fonction réelle; *M. Jacques Chokalle* applique les propriétés des polynomes de Tchebycheff à la détermination de la limite supérieure de la somme $\alpha_0 g_0 + \ldots + \alpha_n g_n$ où les α sont constantes données, et où les g sont tels que

$$| q(x)(g_0 + \ldots + g_n x^n) | < M$$

dans un intervalle (a, b). Il indique diverses applications de la formule obtenue.

3. A la suite de MM. Bernstein, Tonelli, Montel, Riesz, *M. Mandelbrojt* étudie les polynomes de meilleure approximation d'une fonction $f(z)$; il étend au domaine complexe ce théorème de M. Bernstein : si $\overline{\lim}\sqrt[n]{E_n} = R$ (E_n meilleure approximation pour le degré n), $f(z)$ est holomorphe à l'intérieur de l'ellipse ayant R pour demi-somme d'axes et de foyers ± 1 et elle admet au moins un point singulier sur cette ellipse. L'auteur déduit de là diverses conséquences relativement aux singularités d'une fonction sur son cercle de convergence.

4. Comme l'indique *M. A.-S. Besicovith*, il faut généraliser la notion de fonction presque périodique de M. H. Bohr pour que le théorème de Riesz-Fischer lui devienne applicable; mais même alors, il n'y a pas unicité dans la détermination de la fonction par sa série de Fourier généralisée.

5. *M. F. Carlson* assigne certaines propriétés de convexité à des expressions que l'on définit par des quadratures portant sur une puissance du module d'une fonction analytique.

Géométrie. — S'appuyant sur un théorème de M. Comessati, *M. Alfred Rosenblatt* étudie les variétés algébriques à trois dimensions satisfaisant à l'inégalité $P_g \leqslant (3p_g - p_a - 3)$; sous certaines conditions elles possèdent des congruences de courbes ou des faisceaux de surfaces d'irrégularités déterminées.

Elasticité à deux dimensions. — Complétant ses récentes indications, *M. Kolossoff* montre que la méthode qu'il a exposée permet de retrouver ou d'étendre divers résultats dus à MM. Mesnager, de Belaevsky, Golowine, Ribière.

Elasticité. — 1. Au moyen d'un développement en série de fonctions circulaires et de fonctions hyperboliques, *M. Carl A. Garabedian* introduit une fonction auxiliaire w; et à l'aide des dérivées de cette fonction il présente sous une forme concise la solution du problème de la poutre rectangulaire épaisse ayant deux côtés opposés appuyés et deux côtés libres, avec une charge uniformément répartie ou concentrée au centre : c'est un cas particulier du problème de la poutre posée.

2. *M. Haegelen* traite le problème des arcs circulaires d'épaisseur uniforme; les formules sont rationnelles en r_1, r_0, $\log r_1$, $\log r_0$; elles donnent comme cas particulier la solution des problèmes de flexion des pièces circulaires soumises à l'action d'une force extérieure.

3. *M. B. Galerkin* utilise les développements en séries de fonctions circulaires et de fonctions hyperboliques pour la détermination de la surface moyenne de la plaque en forme de triangle rectangle isoscèle, posée sur son contour, et soumises à des forces normales passant par son axe de symétrie.

René Garnier.

Physique

Les trois expériences fondamentales pour la théorie de la relativité. — 1. — *Expérience de Michelson-Morley.* — La théorie de la relativité n'est pas fondée sur l'expérience de Michelson-Morley; mais cette expérience est une de celles dont l'insuccès a le plus attiré l'attention des physiciens et les a incités à modifier les conceptions habituelles de l'espace et du temps. Instituée en 1881 par le physicien américain Michelson, elle a été répétée par lui et Morley en 1887, reprise avec plus de soin encore par Morley et Miller en 1905.

Un rayon de lumière SO (Fig. 468), parti de la source S,

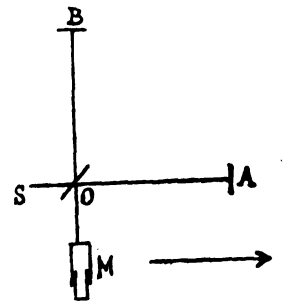


Fig. 468.

rencontre, sous une incidence de 45°, une lame de verre O qui le divise en deux autres : l'un est réfléchi perpendiculairement à SO dans la direction OB, tandis que l'autre continue sa route dans le prolongement OA de SO. Aux points A et B, sensiblement équidistants de O, se trouvent deux miroirs plans perpendiculaires à OA et OB, qui renvoient en O les deux rayons : le premier, traversant la lame de verre, suit la ligne OM, prolongement de BO; le second est renvoyé suivant OM. Ils se superposent ainsi et produisent un système de franges d'interférence qu'on peut observer dans une lunette dirigée suivant MO.

Admettons l'existence d'un éther immobile servant de support aux ondes lumineuses et à travers lequel se déplaceraient les objets matériels.

Tout l'appareil est entraîné par le mouvement de la Terre. Supposons, pour simplifier, que la direction SA du rayon lumineux coïncide avec la direction du déplacement de la Terre à travers l'éther. Désignons par v la vitesse de la Terre, dirigée dans le sens de S vers A, par c la vitesse de la lumière. Calculons d'abord le temps t, mis par la lumière pour aller de la lame de verre O au miroir A et revenir.

Le miroir A fuit devant le rayon qui va de S en A; pour ce miroir, d'après les lois de la cinématique ordinaire, la vitesse de propagation de la lumière est $c - v$ et le temps mis pour aller de O en A est égal à $\frac{OA}{c - v}$. Au retour, la lame O vient au devant du rayon; la vitesse de la lumière par rapport à la lame est $c + v$; la durée du retour est $\frac{A}{c + v}$. Le temps total pour l'aller et le retour est :

$$(1) \qquad t_1 = \frac{OA}{c - v} + \frac{OA}{c + v} = OA \frac{2c}{c^2 - v^2}.$$

Considérons maintenant le trajet du rayon qui va de la lame de verre O au miroir B et qui en revient (fig. 469).

Digitized by Google

Par suite de l'entraînement du système matériel dans le sens de S vers A, le rayon réfléchi par la lame de verre O rencontre le miroir B en une position B' décalée de BB' dans le sens du mouvement; le rayon réfléchi en B' rencontre au retour la lame de verre en une position

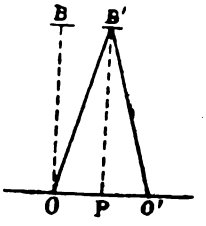


FIG. 469. —

O' décalée par rapport à la position initiale O d'une longueur OO' égale au double de BB'; le triangle OB'O' est isocèle. Abaissons du point B' la perpendiculaire B' P sur OO'. Le temps t_2 mis par la lumière à parcourir le trajet OB'O' est égal à celui mis par la lame pour aller de O en O. On a donc :

$$t_2 = \frac{2OB'}{c} = 2\,\frac{OP}{v}. \tag{2}$$

Le triangle rectangle OB'P fournit la relation :

$$\overline{B'P}^2 = \overline{OB'}^2 - \overline{OP}^2$$

d'où, en remplaçant OB' et OP par leur valeur :

$$\frac{1}{2}\,ct_2 \text{ et } \frac{1}{2}\,vt_2,$$

$$\overline{B'P}^2 = \frac{1}{4}\,t_2^2\,(c^2 - v^2).$$

$$t_2 = \frac{2\,B'P}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2\,OB}{\sqrt{c^2 - v^2}} \tag{2 bis}$$

Si l'appareil est réglé de manière à permettre l'observation de la frange qui correspond à l'égalité des temps (1), on doit avoir : $t_1 = t_2$ d'où :

$$\frac{OA}{OB} = \frac{c^2 - v^2}{c\sqrt{c^2 - v^2}} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \tag{3}$$

Supposons maintenant qu'on fasse tourner la plate-forme de 90°. Les trajets OA et OB permutent leurs directions. La durée d'aller et retour dans la direction de la vitesse v devient :

$$t'_1 = OB \times \frac{2c}{c^2 - v^2}, \tag{4}$$

et, dans la direction perpendiculaire :

$$t'_2 = \frac{2\,OA}{\sqrt{c^2 - v^2}}. \tag{4 bis}$$

Le rapport de ces temps est :

$$\frac{t'_2}{t'_1} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \times \frac{OA}{OB}. \tag{5}$$

1. On pointe, à l'aide d'un réticule, le milieu de la frange de retard nul, ou frange centrale, qui est blanche lorsque l'appareil est éclairé par de la lumière blanche.

et, en tenant compte de la valeur de $\frac{OA}{OB}$ donnée par la relation (3)

$$\frac{t'_1}{t'_2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}.$$

Les durées de propagation doivent donc être inégales, l'écart relatif étant égal au carré du rapport de la vitesse v à la vitesse de la lumière. Pour $v = 30$ kilomètres par seconde et $c = 300.000$ kilomètres par seconde, cet écart est de un cent millionième. On devrait observer un déplacement des franges d'interférence égal au cent millionième du nombre des longueurs d'onde contenues dans chacun des deux trajets aller et retour. Ce nombre étant de 40 millions pour 22 mètres de trajet aller et retour, le déplacement des franges aurait dû être égal à la moitié environ de l'intervalle compris entre deux franges noires consécutives. L'expérience a donné un résultat négatif, à la précision du centième de frange.

Le résultat négatif d'une première expérience pouvait signifier qu'à ce moment particulier la Terre se trouvait, par hasard, immobile dans l'éther; la vitesse v de la terre par rapport à l'éther étant nulle, il résulte de la formule (5) que t'_2 serait égal à t'_1. Mais la terre décrit une orbite à peu près circulaire avec une vitesse d'environ 30 kilomètres par seconde. En deux points P et Q diamétralement opposés sur la trajectoire (Fig. 470), les vitesses, égales en valeur absolue, ont des sens opposés; elles dif-

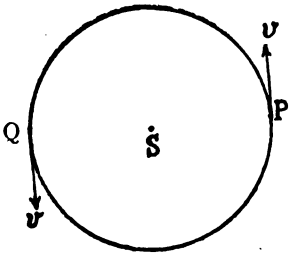


FIG. 470.

fèrent entre elles de 60 kilomètres par seconde. Si, au point P, l'observateur était immobile par rapport à l'éther, il devrait avoir, en Q, une vitesse de 60 kilomètres par seconde. Or, à quelque époque de l'année qu'on l'ait répétée, l'expérience de Michelson a toujours fourni un résultat négatif.

Fitzgerald et Lorentz ont cherché à interpréter cet insuccès tout en conservant la cinématique ordinaire. Ils supposent que la forme d'un corps en mouvement par rapport à l'éther change avec son orientation par rapport à la direction du mouvement. Une dimension quelconque d'un corps quelconque se contracterait d'une fraction de sa longueur égale à $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ quand elle passe d'une direction perpendiculaire à la direction même du mouvement (1).

(1) Dans le raisonnement qui a conduit à prévoir un déplacement des franges par la rotation de l'appareil, on a supposé les distances OA et OB invariables pendant cette rotation. Supposons qu'elles puissent changer et devenir respectivement OA' et OB'. On a, pour cette seconde position :

$$\frac{t'_2}{t'_1} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \times \frac{OA'}{OB'}.$$

Les temps t'_1 et t'_2 seront égaux si l'on admet :

Digitized by Google

Pour éviter cette hypothèse arbitraire, qui complique grandement la forme des équations électromagnétiques, Einstein a préféré abandonner les lois de la cinématique ordinaire et admettre notamment que *pour tous les systèmes de référence en translation uniforme les uns par rapport aux autres, tels que ceux liés à la Terre aux différents instants de son mouvement annuel, la vitesse de la lumière est la même dans toutes les directions.* Dans l'expérience de Michelson, quelle que soit l'orientation de l'appareil, la vitesse de la lumière, dans les trajets OA et AO, OB et BO, est toujours *égale* à *c*.

« Cette loi particulière, conforme au principe de relativité restreinte, doit nous sembler d'autant plus nécessaire qu'elle se déduit immédiatement des lois générales de l'électromagnétisme telles que les ont établies Maxwell, Hertz et Lorentz. Ces lois *sont* vérifiées par tout l'ensemble des faits de l'électromagnétisme avec une précision qui, pour certains d'entre eux, atteint le second ordre, à quelque moment de l'année que les expériences soient faites et par conséquent quel que soit le mouvement d'ensemble du système de *référence* auquel les observateurs sont liés. Nous sommes aujourd'hui certains que l'optique est un chapitre de l'électromagnétisme depuis les confirmations décisives et nombreuses de la théorie électromagnétique de la lumière.

« Or les équations de Maxwell impliquent comme conséquence immédiate, que toutes les perturbations électromagnétiques se propagent dans le vide avec une même

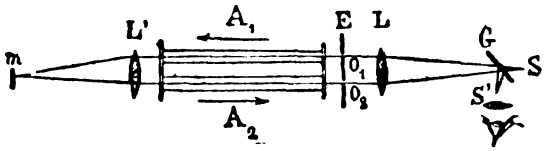


FIG. 471.

vitesse *précisément égale* pour toutes les directions à la vitesse de la lumière, et mesurée par le même nombre quel que soit le mouvement des observateurs pourvu que ceux-ci emploient toujours les mêmes unités de longueur. » (Langevin).

2. *Expérience de Fizeau.* — Le dispositif utilisé par Fizeau comprend : 1° une fente S, éclairée par la lumière solaire et disposée au foyer d'une lentille L ; 2° deux fentes, O_1 et O_2, parallèles à S; 3° deux tubes, A_1 et A_2, de même longueur, fermés à leurs extrémités par des glaces parallèles et que l'on peut faire parcourir en sens contraire par un courant d'eau dont la vitesse est *u*; 4° une lentille L', au foyer de laquelle se trouve un miroir *m* (fig. 471).

Parmi les rayons émanés de la fente S, les uns passent d'abord par l'ouverture O_1, traversent le liquide du tube A_1, se réfléchissent sur le miroir *m*, reviennent par le tube A_2 et la fente O_2, pour aboutir au point S', après réflexion sur la lame transparente G. Un autre système de rayons suit la marche inverse SO_2 A_2 *m* A_1O S'.

Si le liquide est au repos, la superposition des deux faisceaux donne lieu à des phénomènes d'interférence qui se produisent en S' et qu'on peut examiner au moyen d'une loupe; la frange centrale correspond à l'interférence de deux rayons arrivant en concordance.

Lorsque le liquide est en mouvement dans le sens des flèches, l'un des deux faisceaux traverse les tubes dans le sens du mouvement de l'eau, l'autre en sens inverse; ces deux faisceaux mettent des temps différents pour parcourir les tubes. Les deux rayons qui formaient la frange centrale présentent, à leur arrivée en S', un certain retard qui entraîne un déplacement des franges.

Ce déplacement, quand on fait marcher l'eau alternativement dans les deux sens, était, dans l'expérience réalisée par Fizeau, d'environ la moitié de l'intervalle compris entre deux franges brillantes ou noires consécutives. Il peut s'interpréter en admettant, conformément à l'hypothèse de Fresnel, que la vitesse de propagation de la lumière dans l'eau en mouvement est *égale* à la vitesse V dans l'eau au repos, augmentée ou diminuée, suivant que la lumière se propage dans le sens du mouvement de l'eau ou en sens inverse, d'une valeur :

$$u' = u\left(1 - \frac{1}{n^2}\right),$$

n désignant l'indice de réfraction de l'eau pour la radiation envisagée.

La valeur *u'* peut être retrouvée par la règle de la composition des vitesses formulées par Einstein (1). La lumière, de vitesse V, se propage dans un courant d'eau dont la vitesse est *u* par rapport aux parois du tube. D'après la formule d'Einstein, la vitesse de la lumière par rapport à ces parois doit être :

$$\frac{V + u}{1 + \frac{uV}{c^2}}$$

c représentant la vitesse de la lumière dans le vide.

Comme $\frac{Vu}{c^2}$ est petit par rapport à 1, cette expression est sensiblement équivalente à :

$$(V + u)\left(1 - \frac{Vu}{c^2}\right) = V + u - \frac{V^2 u}{c^2} - \frac{Vu^2}{c^2}.$$

Le dernier terme, très petit par rapport aux précédents, peut être négligé.

1° que la distance OB, primitivement perpendiculaire à la direction du mouvement, se contracte pendant la rotation et devient :

$$OB' = OB\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}};$$

2° qu'inversement, la distance OA, primitivement, parallèle à la direction du mouvement, se dilate pendant la rotation dans le même rapport et devient :

$$OA' = \frac{OA}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

d'où, par division :

$$\frac{OA'}{OB'} = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \times \frac{OA}{OB}$$

et :

$$\frac{t'_2}{t'_1} = \frac{OA'}{OB'} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{t_1}{t_2}.$$

L'égalité de t_1 et t_2 entraîne celle de t'_1 et t'_2.

(1) Un mobile animé d'une vitesse *w* par rapport à un système qui se déplace lui-même, dans la même direction, avec une vitesse *v* par rapport à un certain système d'axes possède, par rapport à ce système d'axes, une vitesse égale, non à $v + w$, comme l'indique la cinématique ordinaire, mais à $\frac{v + w}{1 + \frac{vw}{c^2}}$, c désignant la vitesse de la lumière dans le vide.

Digitized by Google

La vitesse de la lumière par rapport aux parois du tube est donc :

$$V + u \quad \frac{V^2 u}{c^2} = V + u\left(1 - \frac{V^2}{c^2}\right).$$

Comme la vitesse V de la lumière dans l'eau, d'indice n, est égale à $\frac{c}{n}$ l'expression précédente devient :

$$V + u\left(1 - \frac{1}{n^2}\right),$$

conformément aux prévisions de Fresnel et à la vérification expérimentale de Fizeau.

3. *Aberration des étoiles.* — Considérons une lunette AB, par laquelle un observateur O regarde une étoile E. Si la Terre était immobile dans l'espace, l'observateur, pour voir l'étoile E, devrait disposer l'axe AB de la lunette suivant la direction OE (fig. 472 *a*).

La Terre étant entraînée dans l'espace, supposons que l'éther ne participe pas à ce mouvement et demeure immobile. Lorsque l'observateur aperçoit l'étoile à travers sa lunette, dirigée suivant AB, il est tenté de la considérer comme située dans la direction AB. Pourtant il n'en est pas ainsi. Supposons qu'une étoile située réellement dans cette direction envoie un rayon EA qui arrive en A quand l'observateur est en O (fig. 472 *b*). Ce rayon ne parviendra pas à l'observateur car, pendant que la lumière va de A en B en suivant sa direction initiale à travers l'éther immobile, la lunette et l'observateur, entraînés par la Terre, viennent en A' B' et O'; l'observateur situé en O', derrière B', ne recevra pas le rayon venu de l'étoile, car ce rayon arrive en B.

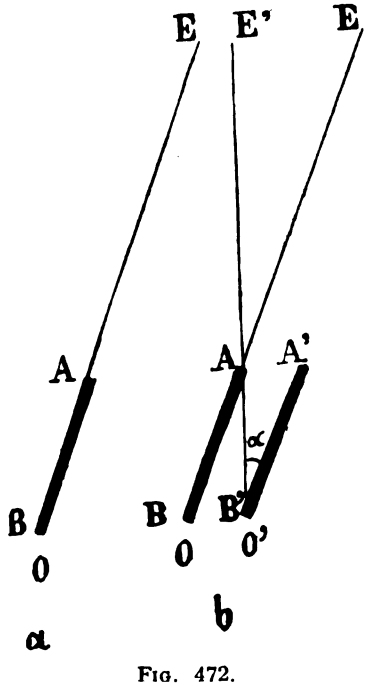


FIG. 472.

Joignons B'A et considérons une étoile E' située sur le prolongement de cette droite. Le rayon lumineux E'A, qui arrive en A quand la lunette et l'observateur sont en AB et O, continue sa marche à travers l'éther, supposé immobile, suivant la direction AB'; pendant le temps qu'il met à parcourir le trajet AB' la lunette AB et l'observateur viennent en A' B' et O'; l'observateur reçoit le rayon lumineux et perçoit l'étoile. L'étoile se trouve réellement dans la direction B' E' alors que l'axe de la lunette qui sert à l'observer est dirigé suivant A' B', faisant avec la direction vraie de l'étoile un angle α appelé *angle d'aberration*.

Il est facile de calculer l'angle α connaissant la vitesse de la lumière et celle de la Terre : les trajets A B' et BB' étant parcourus dans le même temps, l'un par la lumière, l'autre par l'observateur qu'entraîne la Terre, ces distances doivent être dans le même rapport que les vitesses V de la lumière dans le milieu qui emplit la lunette et v de la Terre :

$$\alpha = \frac{\overline{BB'}}{\overline{AB'}} = \frac{v}{V}.$$

Par rapport aux immenses distances qui nous séparent des étoiles, la Terre et l'observateur peuvent être considérés comme immobiles en regard de l'étoile, en sorte que la direction vraie de l'étoile B'E' est invariable. Mais la Terre décrivant une orbite circulaire en une année, la direction de sa vitesse tourne de 360° dans le même temps, par rapport à la direction de l'étoile E' B'; le plan BB'A' tourne du même angle dans le même temps et, si l'étoile E' est au zénith, la direction A' B' de la lunette qui sert à la viser décrit, en un an, un cône d'ouverture circulaire dont l'angle au sommet est α. Pour une étoile voisine du zénith, cet angle est de 20"50 (1). A. Bc.

Spectroscopie

Les spectres de Tesla-luminescence. — Mac Vicker Marsh et Stewart décrivent un dispositif spécial destiné à l'analyse spectrale organique (1).

On sait qu'en général, lorsque la décharge d'une bobine d'induction a lieu à travers des vapeurs carbonées, elle en provoque la décomposition : l'émission spectrale se réduit alors à celle du carbone et de ses oxydes. Cependant Wiedmann et Schmidt avaient réussi à discriminer par leurs spectres dix composés particulièrement stables.

Les présents auteurs ont notablement accru ces résultats en employant un spectrographe de quartz et en substituant à la bobine d'induction un grand transformateur de Tesla. Ils obtiennent ainsi ce qu'ils appellent des spectres de Tesla-luminescence.

Ce procédé leur fournit pour le benzène un spectre de bandes caractéristique, qui correspondrait au renversement du spectre d'absorption donné d'autre part par Hartley. Il y aurait là, pour la première fois, une observation de l'effet Fraunhofer dans le cas d'un composé organique.

En comparant encore le spectre de Tesla-luminescence du benzène à son spectre de fluorescence excité par une lampe à mercure, on constate une ressemblance très marquée. Le spectre de fluorescence est le plus étendu, il pénètre le plus avant dans l'ultra-violet, et dans le visible les bandes bleues s'y développent beaucoup plus que dans l'autre, où on ne les décèle qu'avec difficulté. Dans le spectre de fluorescence, certaines bandes se montrent sous une pression de 60 mm., tandis qu'il faut descendre au-dessous de 2 mm. avant de les faire apparaître dans le spectre de Tesla-luminescence. Ce dernier spectre ne semble pas influencé par les variations de température et de pression, non plus que par le couplage du transfor-

(1) Voir dans : A. BOUTARIC, *La lumière et les radiations invisibles*, Flammarion, éditeur, l'interprétation que la théorie de la relativité fournit de cette expérience.

(1) *Philosophical Magazine*, octobre 1924, p. 628.

Digitized by Google

mateur, ni par la présence d'un champ magnétique; il se modifie pas non plus quand on mélange au benzène une autre substance telle que l'alcool ne donnant pas, elle, déspectre de Tesla-luminescence.

Les études ne se sont pas bornées au benzène, elles ont porté également sur une soixantaine de composés.

Certains hydrocarbures saturés, tels que le cyclohexane, et les alcools gras saturés, semblent dénués de spectres de Tesla-luminescence. Les cétones et les aldéhydes aliphatiques émettent un spectre continu faible entre les longueurs d'onde 3.500 et 4.800 Å, chaque composé ayant son spectre propre. Dans le noyau benzénique, deux effets peuvent se produire. Si le substituant est un atome halogène ou un nitro groupe, le spectre du benzène s'efface complètement et on n'a plus aucune émission. Mais si le substituant est un radical hydrocarboné comme le groupe méthyle ou encore un amino-radical ou un groupe saturé tel que CHO, le spectre du benzène subit une modification profonde, tandis qu'une nouvelle zone d'émission apparaît dans le visible ou près du visible. Dans le cas d'hydrocarbures contenant des systèmes d'anneaux comme le naphtalène et l'anthracène, l'émission peut devenir intense et avoir lieu loin du visible. Certains composés hétérocycliques comme la pyridine, le pyrol et le thiophène, n'ont donné aucune émission spéciale, bien que la quinoléine, l'isoquinoléine et la tétrahydroquinoléine fournissent tous des spectres d'intensité variable.

La méthode expérimentale suivie amènerait donc à des spectres caractéristiques des combinaisons carbonées qui les émettent. Ce serait là, pour les organiciens, une propriété constitutionnelle nouvelle à ajouter à celles qu'ils mettent déjà en œuvre, indice de réfraction, rotation magnétique, spectre d'absorption, etc. S. V.

Géologie

La paléogéographie du Maroc. — Le Maroc, qui correspond à la partie la plus montagneuse de l'Afrique du Nord, compte aujourd'hui trois lignes de reliefs principaux, le Rif, le Moyen et le Haut Atlas, dont l'ensemble forme une aire de surélévation encadrée entre deux grandes régions déprimées, à l'Ouest, le Maroc atlantique, à l'Est, le Maroc oriental. L'architecture du sous-sol révèle dans ces deux dernières zones l'existence en profondeur d'anciennes chaînes plissées, pénéplainées au cours des périodes géologiques successives, à l'Occident, la Meseta marocaine, à l'Orient, la Meseta oranaise. Ces deux compartiments d'ancienne consolidation furent affectés tout d'abord par des poussées orogéniques contemporaines de la phase calédonienne du Nord de l'Europe, tandis que le reste de la contrée demeurait soumis au régime géosynclinal. Au milieu du Carbonifère une émersion très générale se manifestait dans le Nord-Ouest africain : des dépôts houillers s'accumulaient dans des fossés entre les rides consécutives aux plissements hercyniens à orientation générale N. N. E.-S. S. O. Au Trias le Maroc était encore à peu près entièrement incorporé au continent de Gondwana, sous la forme de lagunes marginales, où l'évaporation, particulièrement active, se liait à un climat analogue à celui qui règne de nos jours sous les tropiques.

Pendant la période liasique, le Moghreb reprit un caractère géosynclinal, qu'il garda plus ou moins complètement à l'Oolithique. Au Crétacé inférieur, une différenciation bien accusée s'établit entre la mer bathyale du Prérif et les mers néritiques du pourtour des Mesetas, qui s'étendent jusqu'au delà du Haut Atlas. Avec le début du Crétacé moyen (Albien), cette dernière contrée acquiert de nouveau partiellement les caractères d'une mer assez profonde, qu'un exhaussement modifie au Cénomanien. Envahie par de eaux lagunaires à l'Albien, la surface de la Meseta marocaine passe dans le domaine néritique au Cénomanien et au Turonien : celui-ci

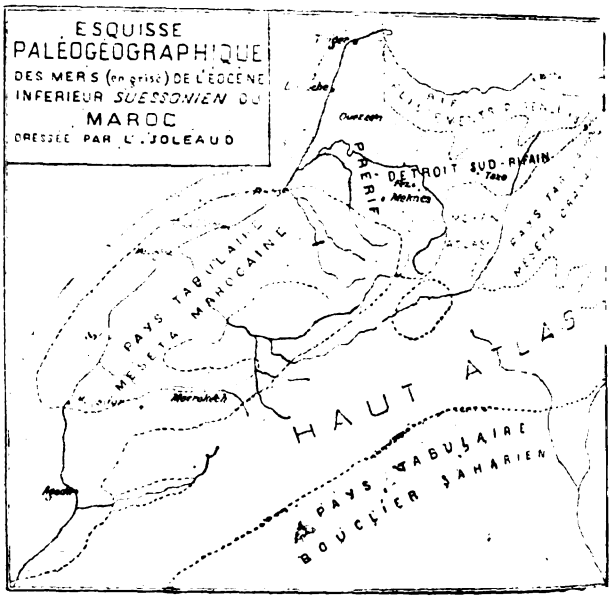


FIG. 473. — Mers (en grisé de l'Eocène inférieur *suessonien* du Maroc.

s'étend jusqu'à Tanger durant le Crétacé supérieur. A la fin de cette période (Maestrichtien), au Paléocène (Montien) et à l'Eocène inférieur (Suessonien), le Maroc atlantique est submergé localement par une mer dont la pro-

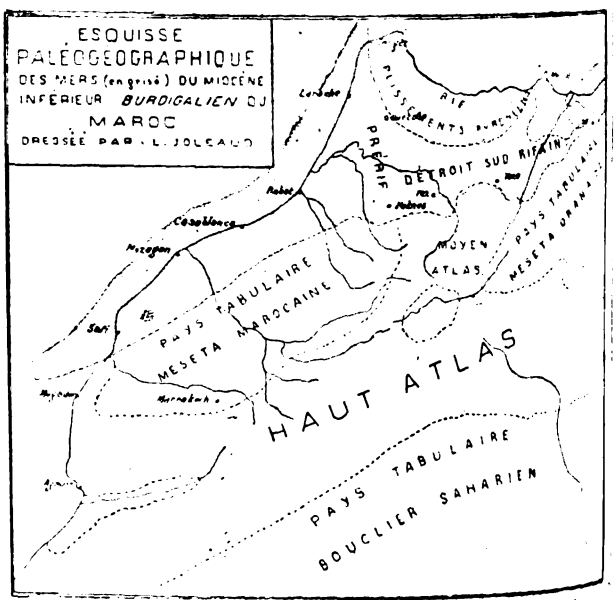


FIG. 474. — Mers (en grisé du Miocène inférieur *burdigalien* du Maro

fondeur, assez faible au Nord, est minime au Sud, dans la zone des phosphates : non seulement le Rif, le Moyen et le Haut Atlas font partie de la terre ferme, mais aussi les Mesetas oranaise et marocaine, cette dernière dessinant une presqu'île entre le Prérif, le Maroc central et

Digitized by Google

méridional, dont les mers se raccordaient au large des côtes actuelles (fig. 473).

Ensuite l'émersion gagne du Sud au Nord atteignant, dès l'Éocène supérieur le Maroc méridional et central, puis le Prérif à la fin de l'Oligocène. La phase initiale du Miocène inférieur (Aquitanien) correspond dans le Moghreb au début de l'établissement d'un régime de bassins fermés, rappelant les chotts algériens actuels et

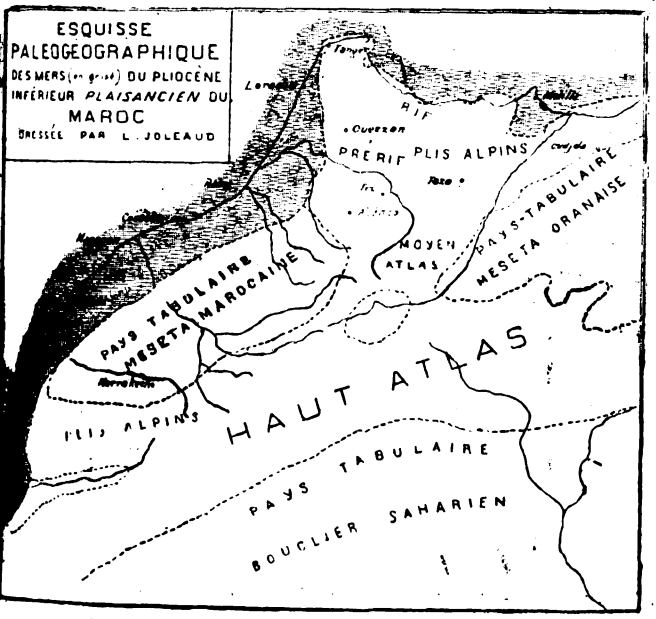


FIG 475. — Mers (en grisé) du Pliocène inférieur *Plaisancien* du Maroc.

séparés par des rides que déterminent les mouvements orogéniques d'âge pyrénéen. Aussi la transgression burdigalienne reste-t-elle localisée dans un chenal entre le Rif et l'Atlas : le détroit sud-rifain qui fait alors communiquer l'Atlantique avec la Méditerranée, au Sud du massif Bético-rifain, occupe précisément le territoire de l'ancienne aire géosynclinale des temps secondaires, dont il n'est qu'une ultime relique (fig. 474).

Dès le Miocène moyen ce détroit s'approfondit (mer du schlier), avant d'être fermé au Tortonien par l'avancée des nappes prérifaines, cheminant du Nord au Sud : les poussées tangentielles, synchroniques de la phase alpine, donnent alors au Maroc son orographie actuelle, tandis qu'à partir du Miocène supérieur (Sahélien), le détroit de Gibraltar se substitue au chenal sud-rifain par l'affaissement de la zone axiale du massif Bético-rifain. Un peu plus tard, au début du Pliocène (Plaisancien), une rupture se produit dans les plissements de la bordure sud de la Meseta marocaine entre le Haut Atlas et les Canaries (fig. 475).

La géographie du Maroc ne s'est guère modifiée dans ses grandes lignes au Pliocène récent et au Quaternaire : cependant le littoral atlantique a quelque peu reculé vers l'Ouest, par suite du soulèvement de la zone marginale de la Meseta, tandis que ce même mouvement de bascule entraînait un rajeunissement du modelé de la vieille pénéplaine hercynienne, notamment dans les massifs Zaer, Zemmour, Rehamna, les Djebilet et l'amygdale paléozoïque du Haut Atlas occidental. L. JOLEAUD.

Biologie

Au sujet du nombre des descendants mâles dans l'espèce humaine. — La question de la proportion respective du nombre des descendants, mâles et femelles, chez l'homme, et chez d'autres espèces animales aussi, a toujours préoccupé les biologistes. On a cherché, par la voie statistique, à en établir les lois, sans beaucoup de succès d'ailleurs. Dans l'espèce humaine, le nombre de garçons, à la naissance, est plus élevé que celui des filles : environ 110 contre 100. Quelle est la raison de ce fait ? On a émis toutes sortes d'hypothèses : l'influence de l'âge (le père étant généralement plus âgé que la mère), le nombre plus élevé de gamètes à déterminisme chromosomique mâle, ou encore la mobilité plus grande des gamètes mâles, etc. Fetscher (Archiv f. Rassen u. Gesellsch. Biologie, t. XV) a étudié, en Saxe, la progéniture de 1.796 familles, en tenant compte du sexe de l'enfant premier-né. Sur le nombre total d'enfants, il a compté 5.897 garçons contre 5.416 filles, soit 110 contre 100. Mais, si l'on se base sur le sexe du premier enfant, la proportion est toute autre : on compte 124,4 contre 100. D'où il s'ensuivrait qu'il y a des familles à tendance marquée vers les naissances mâles. Pour Fetscher, cette tendance serait héréditaire, et il suppose qu'elle pourrait être activée par l'âge de la mère : avec l'âge de celle-ci, la proportion de garçons s'accroîtrait. Mais comment expliquer cette tendance ?

Des recherches récentes ont montré qu'on peut stériliser des femelles en leur injectant des extraits des gonades mâles. Et l'on sait d'autre part que le fœtus se comporte vis-à-vis de l'organisme maternel comme un corps étranger, qu'il élabore des substances susceptibles d'attaquer les tissus de la mère, et que celle-ci se défend vis-à-vis de ces substances nuisibles, de ces « albumines étrangères », en fabriquant des sortes des ferments de défense. Or, il se pourrait, d'après Fetscher, que, dans les phénomènes de défense de la mère contre les albumines étrangères du fœtus, la défense, suivant le sexe de l'enfant, soit plus ou moins efficace, d'où nombre plus ou moins élevé de naissances mâles ou femelles. Et tout comme il existe quelquefois des déficiences héréditaires en substances de défense contre certaines maladies, la rougeole par exemple, de même il pourrait y avoir, dit Fetscher, une déficience héréditaire de la mère en substances de défense contre les embryons mâles, ce qui permettrait à ceux-ci d'échapper aux causes de destruction et de parvenir ainsi plus fréquemment à terme. Dans les lignées où les femmes présentent cette déficience héréditaire, le nombre de descendants mâles serait élevé. Quant à l'influence du père, Fetscher ne trouve aucune hypothèse à proposer. A. DRZ.

Ethnographie

L'habitation chez les Nègres de l'Afrique Centrale. — Les voyageurs qui visitent aujourd'hui l'Afrique Centrale rapportent que dans les exploitations européennes ou leur voisinage, les nègres commencent à construire des cases en briques, plus confortables assurément que les cases en pisé et branchages, mais certainement moins esthétiques car le nègre n'est pas aussi fermé qu'on le croit en général à tout sentiment d'art; il a su en tous les cas, tirer un excellent parti des matériaux rudimentaires dont il dispose. Si les cases ne possèdent pas le « confort moderne », elles ont au moins le mérite d'être adaptées au milieu où elles sont construites, et les cabanes en briques doivent manquer quelque peu de couleur locale.

Lorsqu'en 1896 et en 1908, M. Fr. Thonner visita l'Afrique Centrale, il étudia l'habitation et le village nègres (Fr. Thonner, *Du Congo à l'Ubangi*). La construction des cases est très variable : circulaire, rectangulaire ou elliptique; le toit est conique ou hémisphé-

Digitized by Google

rique, mais se terminant toujours en pointe; les cases rectangulaires ont généralement un toit à deux pans, quelquefois à quatre pans. La couverture consiste en

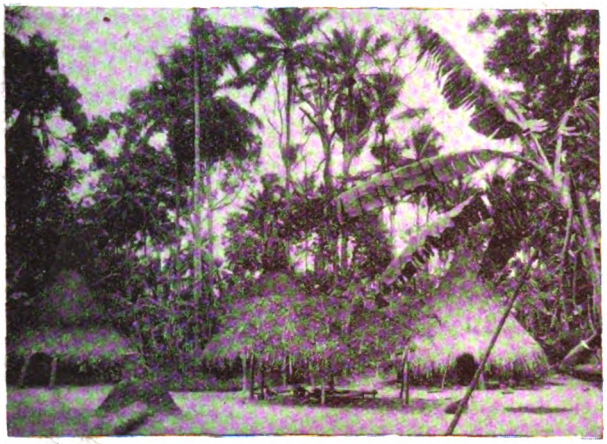


FIG. 476. — Coin d'un village Mongwandi, près d'Abumonbazi (Congo) (D'après Fr. Thonner.)

feuilles, le plus souvent de graminées et de palmiers (les côtes de ces derniers sont rarement employées).

La plupart du temps, l'aire des cases est au niveau du sol, ou légèrement surélevée, mais dans certaines localités, par exemple chez les Maginza (Elombo), les cases reposent sur un haut soubassement. Les murs, chez les tribus de l'Est, sont ordinairement en pisé; chez celles de l'Ouest, ils sont en écorces, en feuilles, en herbes ou en côtes de palmier; chez certaines tribus, ils sont décorés de dessins, peints en blanc, paraissant représenter des hommes ou des animaux (Budja, Mobenge, Mongwandi, Sango), les Budja font des ornementations géométriques en plusieurs couleurs.

Outre les cases servant d'habitations, tous les villages possèdent des sortes de hangars ouverts de tous côtés, contrairement aux cases qui ne possèdent jamais qu'une seule ouverture, la porte. Ces toit-abris, construits sur pieux, ont un toit convexe, conique ou plat; ils servent de lieux de réunions aux indigènes, pendant le jour.

Les Mobenges construisent leurs cases par groupes de trois ou cinq réunies autour d'une place; l'ensemble de ces groupes constitue un village. Chez les Mongwandi-Sango, les cases sont dressées par rangs, de sorte que le village comporte de véritables rues.

Lorsque le village est fortifié, les moyens de défense consistent en une palissade et souvent aussi un fossé.

E. T.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Chimie industrielle

Adsorbants solides pour la récupération du benzol. — A la réunion de l'Association de l'Industrie chimique à Leeds, en juillet dernier, Hoffert a constaté que les adsorbants solides qui avaient surtout attiré l'attention, étaient le carbone actif et le gel de silice. On a proposé également le gel d'oxyde de fer. Dans l'application de ces adsorbants à la récupération du benzol, il n'y a pas seulement l'efficacité avec laquelle le benzol est éliminé du gaz qui joue un rôle, il y a encore la quantité maximum de benzol que l'adsorbant peut enlever au gaz et la facilité avec laquelle on peut enlever le benzol à l'adsorbant. Ces questions jouent un rôle important et c'est d'elles que dépendent beaucoup les frais entraînés par le procédé. Au point de vue économique la durée pendant laquelle l'adsorbant peut être employé sans perdre ses propriétés a une aussi grande importance.

Abstraction faite de la stabilité de l'adsorbant, il y a certaines différences dans leurs propriétés. Ainsi on prétend que le carbone actif a une capacité d'adsorption plus grande que le gel de silice et que le gel d'oxyde de fer et qu'il absorbe les vapeurs organiques de préférence à la vapeur d'eau. Les avis diffèrent cependant sur l'importance de ces propriétés au point de vue de la récupération du benzol.

Après avoir essayé ces adsorbants au laboratoire dans des conditions identiques à celles observées dans la récupération du benzol, l'auteur constata que le fait le plus intéressant découlant de ces essais c'est que le gel de silice adsorbe de préférence la vapeur d'eau qu'il y a dans les gaz du charbon tandis que le carbone actif adsorbe de préférence le benzol; le gel de silice cependant présenta une capacité d'adsorbtion assez élevée pour le benzol dans les conditions habituelles de récupération. Cependant, les quantités de benzol adsorbées par les mêmes volumes des deux adsorbants sont presqu'identiques.

L'auteur fit remarquer que malgré le peu d'importance au point de vue de l'adsorption par les adsorbants secs, de la sélection pour la récupération du benzol, cette condition prenait de l'importance dès qu'il s'agissait d'évacuer le benzol adsorbé. Avec le carbone actif, on peut employer la vapeur pour enlever le benzol tandis qu'avec le gel de silice le meilleur procédé d'éliminer le benzol c'était d'employer la chaleur à sec. Le gel d'oxyde de fer qui a une capacité d'adsorption plus faible que le carbone actif ou le gel de silice dans la récupération du benzol outre qu'il préfère la vapeur d'eau présente aussi l'inconvénient de ne pouvoir être chauffé au delà de 250° C sans que ses propriétés d'adsorption ne soient détruites. L'auteur résuma brièvement les difficultés rencontrées dans l'application de ces adsorbants à la récupération du benzol, dues principalement à la présence d'impuretés dans le gaz du charbon, les hydrocarbures à point d'ébullition élevé et aux combinaisons non saturées qui au contact de l'adsorbant polymérisent dans certaines conditions en substances résineuses. Il conclut en assurant que les procédés par adsorption pour la récupération du benzol offraient de nombreux avantages sur le procédé de lavage à l'huile. (*Iron and Coal Trades Review*, 17-7-25.)

E. P.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Une première liste de prix et subventions a été dressée (26 octobre) :

Prix Gay (1.500 fr.) : M. Léon Lutaud, chef des travaux à la Faculté des Sciences de Paris. — *Prix Tchihatchef* (3.000 fr.) : M. A. Obroutcheff, professeur à l'Université de

Digitized by Google

Moscou. — *Prix Gaston-Planté* (3.000 fr.) : M. Joseph Béthenod, chargé de cours à l'Ecole supérieure d'électricité. — *Prix Montyon. Arts insalubres* (2.500 fr.) : M. Maurice Javillier, maître de conférences à la Sorbonne. — *Prix Jecker :* un prix de 5.000 fr. à M. René Locquin, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Lyon ; un prix de 5.000 fr. à M. Charles Dufraisse, sous-directeur du laboratoire de chimie organique au Collège de France. — *Fondation Cahours* (3.000 fr.) : M. Léonce Bert, professeur agrégé au Lycée Blaise-Pascal, à Clermont-Ferrand. — *Prix Berthelot* (500 fr.) : M. Emile André, préparateur à la Faculté de pharmacie. — *Prix Houzeau* (700 fr.) : M. François Bourion, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. — *Prix Cuvier* (1.500 fr.) : M. Léopold Kober, professeur à l'Université de Vienne (Autriche). — *Prix Delesse* (1.400 fr.) : M. F. Grandjean, professeur à l'Ecole supérieure des Mines. — *Prix Victor-Raulin* (1.500 fr.) : M. Georges Dubois, préparateur à la Faculté des Sciences de Lille. — *Prix Joseph-Labbé* (1.000 fr.) : M. Marcel Solignac, géologue du service des mines de la Tunisie. — *Prix Montagne :* prix de 1.000 fr. à M. A. de Puymaly ; prix de 500 fr. à M. Auguste Loubière, préparateur au Muséum national. d'histoire naturelle. — *Prix de Coincy* (900 fr.) : M. Henry Chermezon, chef des travaux de botanique à la Faculté des Sciences de Strasbourg. — *Prix Cuvier* (1.500 fr.) : M. Louis Mercier, professeur à la Faculté des Sciences de Caen. — *Prix Savigny* (1.500 fr.) : M. Eugène Séguy, préparateur au Muséum national d'histoire naturelle.

— Le Bureau de la Presse de l'Institut et des Sociétés savantes est ainsi constitué :

Président d'honneur, M. de Varigny ; Président, M. Charles Dauzats ; Vice-président, M. G. Vitoux ; Secrétaire général, M. Chesnier du Chesne.

Institut International de Coopération intellectuelle. — M. Paul Appell est nommé délégué du Gouvernement français auprès de l'Institut international qui a son siège à Paris (*J. off.*, 25 octobre).

Institut océanographique. — Les conférences du samedi commenceront le 7 novembre, à 21 heures, et se continueront à la même heure, dans l'ordre suivant (195, rue Saint-Jacques, Grand amphithéâtre, porte A) :

7 Novembre. — M. Joubin, membre de l'Institut, professeur au Muséum et à l'Institut océanographique : *Quelques applications de l'Océanographie à l'industrie des pêches.*

14 Novembre. — M. Capus, docteur ès-sciences, professeur à l'Ecole coloniale : *Les huîtres nacrières.*

21 Novembre. — M. le Dr Baudouin, vice-président de l'Association internationale de Thalassothérapie, chargé de Conférences à l'Institut de climatologie et d'hydrologie : *L'action de la mer sur l'organisme humain.*

28 Novembre. — M. Cohen, professeur au lycée Rollin : *En Egée avec les marins de Minos et d'Ulysse.*

5 Décembre. — M. A. Berget, professeur à l'Institut océanographique : *Le niveau de la mer.*

12 Décembre. — M. G. Gain, chef de travaux pratiques à la Sorbonne : *Les paysages de la mer. Ses couleurs.*

19 Décembre. — M. P. Portier, professeur à la Sorbonne et à l'Institut océanographique : *Mécanisme de l'édification de la matière vivante dans le milieu marin.*

9 Janvier 1926. — M. Dal-Piaz, président de la Compagnie transatlantique : *Le Maroc, ressources commerciales et touristiques.*

16 Janvier. — M. Bidet, ingénieur, directeur technique de la Société des films d'enseignement : *Le cinématographe dans l'enseignement de l'Histoire naturelle.*

23 Janvier. — M. Le Danois, sous-directeur de l'Office des pêches maritimes : *Une croisière océanographique sur les côtes de l'Afrique du Nord.*

30 Janvier. — M. P. Idrac, docteur ès-sciences, répétiteur à l'Ecole polytechnique : *Etude du vol des albatros au cours d'un voyage en Géorgie. Leur relation avec le vol des avions sans moteurs.*

6 Février. — M. l'abbé Moreux, directeur de l'Observatoire de Bourges : *L'Océanographie de la planète Mars.*

Les cartes d'entrée doivent être demandées par écrit à M. le Secrétaire de l'Institut Océanographique.

En dehors des Conférences, des cours d'océanographie ont lieu à l'Institut. Ils ouvriront le mardi 3 novembre :

Océanographie physique. — M. A. Berget : Propriétés physiques, chimiques et mécaniques du milieu marin. Mardis et samedis à 17 heures.

Océanographie biologique. — M. L. Joubin : Les applications de l'Océanographie aux industries de la pêche (2e partie). Mardis et vendredis à 17 heures.

Physiologie des êtres marins. — M. P. Portier : Etudes des phénomènes de nutrition chez les animaux marins. Lundis et jeudis à 17 heures.

Mobilisation scientifique et industrielle. — La Commission d'études, après avoir approuvé le rapport du Général Sevrigny relatif à la mobilisation des laboratoires, entreprend d'examiner les bases d'une organisation définitive. Elle s'est adjoint MM. Breton et Jean Perrin, de l'Académie des Sciences. La mobilisation industrielle sera ensuite envisagée.

R. L.

Vie scientifique universitaire

Faculté des Sciences. — Dans sa séance du 9 octobre, le comité consultatif de l'enseignement supérieur a inscrit sur la liste d'aptitude à l'enseignement supérieur les candidats suivants :

Physique : MM. Duffieux, Fleury, Peschard.

Chimie physique (radioactivité) : M. Thibaud.

Chimie : MM. Bedos, Rert, Chaudron, Mme Demassieux, MM. Faillebin, Guntz, Lassieur, Mondain-Monval.

Zoologie : M. Mathias.

Physiologie : M. Simonnet.

Botanique : M. Dufrénoy.

Géologie et minéralogie appliquees : M. Thiébaut.

Minéralogie : M. Longchambon (Henri).

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — 696 candidats se sont présentés aux examens d'octobre des divers certificats :

Mathématiques générales	220
Mécanique rationnelle	88
Calcul différentiel	72
Analyse supérieure	43
Géométrie	4
Calcul des probabilités	5
Astronomie	44
Mécanique celeste	2
Mécanique physique	33
Technique astronomique	6
Physique	120
Electricité technique	16
Chimie physique	8
— générale	125
— appliquée	55
— biologique	36
Minéralogie	22
Botanique	30
Zoologie	17
Physiologie	26
Embryologie	2
Géologie	13
Géographie physique	4
M P C	3
S P C N	30

Digitized by Google

— Dans sa séance du 22 octobre, le Conseil de la Faculté a présenté en première ligne, M. Job, à la chaire vacante de chimie générale.

— Soutenances de Thèses. — Doctorat ès-sciences physiques :

22 octobre. — M. Barbandy : Contribution à l'étude de la distillation des mélanges ternaires hétérogènes ;

23 octobre. — M. Bonnier : Contribution à l'étude des carburates ammoniacaux ;

31 octobre. — M. André Charriou : Recherches expérimentales sur l'absorption des corps dissous.

M. Triandafil : Recherches expérimentales sur la polarisation galvanique du nickel.

Doctorat ès-sciences naturelles :

29 octobre. — M. Joyet-Lavergne : Recherches sur le cytoplasma des sporozoaires.

M. Rose : Contribution à l'étude de la biologie du plankton. Le problème des migrations verticales journalières.

Faculté de Médecine. — M. Roger, professeur de pathologie, est nommé à la chaire de physiologie.

M. Bezançon, professeur de bactériologie, est nommé à la chaire de clinique médicale.

Muséum d'Histoire Naturelle. — M. Louis Jacques Simon, professeur de chimie, membre de la Commission des études et expériences chimiques, est nommé officier de la Légion d'Honneur.

École Polytechnique. — M. Eydoux, ingénieur en chef, professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, est nommé Directeur des Etudes en remplacement du Général Gossot, mis à la retraite.

M. Carvallo, directeur des Etudes, en retraite, est nommé Directeur honoraire.

— Le 21 octobre, le Président de la République a inauguré le monument aux morts de la Grande Guerre, sur lequel sont inscrits les noms des 880 anciens élèves, dont le plus ancien est le Maréchal Maunoury.

Conservatoire des Arts et Métiers. — Par décret du 16 octobre, sont nommés Chargés de Cours :

M. Granger : Céramique, Chaux et Ciments.

M. Damour : Chauffage et Verrerie.

Institut de technique sanitaire. — Un enseignement gratuit de trois mois sera ouvert le 23 novembre.

École supérieure d'électricité. — On sait que l'Ecole supérieure d'électricité a été organisée (comme l'Ecole centrale) par l'initiative privée. De nouveaux bâtiments étant devenus nécessaires, M. Doumergue, Président de la République, en a posé la première pierre le 9 novembre.

Institut agronomique. — M. Roule, professeur au Muséum, est nommé, après concours, Maître de Conférences d'Agriculture, en remplacement de M. le sénateur Charles Deloncle, démissionnaire.

Université d'Aix-Marseille. — La chaire de Physiologie de la Faculté des Sciences a été déclarée vacante (24 octobre).

Université de Montpellier. — M. Joseph Blayac, professeur de géologie, est nommé chevalier de la Légion d'honneur.

La chaire de minéralogie est transformée en chaire de physique. M. Jean Cabannes, maître de conférences, est nommé à cette chaire.

Université de Nancy. — La chaire de maladies des enfants est transformée en chaire de thérapeutique. M. Maurice Perrin, agrégé, est nommé à cette chaire.

Université de Lyon. — La chaire de clinique médicale infantile du professeur Mouriquand est transformée en chaire de clinique médicale, infantile et hygiène du premier âge.

Université de Grenoble. — Le titre de professeur sans chaire est conféré à M. Vidal, maître de conférences à la Faculté des Sciences. R. L.

NÉCROLOGIE

M. Eugène Tisserand, Membre de l'Institut, Grand-Croix de la Légion d'Honneur, est mort le 31 octobre. Il avait été Directeur de l'Institut agronomique, puis Directeur général de l'Agriculture. Il fut un de ceux qui contribuèrent le plus à développer en France l'enseignement agricole et fut le créateur du service sanitaire du bétail.

M. Tisserand avait été élu, en 1904, membre correspondant et, en 1911, membre libre de l'Académie des Sciences, dans la section d'économie rurale. Il était membre de l'Académie d'agriculture. R. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 octobre 1925.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G.-J. Remoundos.* — **Sur l'extension du théorème de M. Picard aux fonctions multiformes.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *E. Balicle* (prés. par M. Mesnager). — **Sur la correction des effets dus aux dilatations ou contractions permanentes dans les voûtes en béton.**

PHYSIQUE. — *Thadée Peczalski* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Cémentation des métaux par les sels volatils.**

La cémentation des métaux est plus rapide quand les sels métalliques, au milieu desquels on opère, sont volatils à la température de l'expérience. Les observations ont porté sur $CrCl^3$ et $NiCl^2$ chauffés au contact du cuivre et du fer, dans un four électrique à 800° pendant 15 heures. Les sels étudiés commencent à se volatiliser vers 600°.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *L. Meunier* et *A. Bonnet* (prés. par M. L. Lumière). — **Sur la fluorescence des matières colorantes végétales.**

L'examen effectué à la lumière de Wood a porté sur la plupart des matières colorantes végétales utilisées en teinture ou pour la coloration des produits alimentaires. Les observations faites au cours de ces expériences facilitent considérablement la caractérisation des différents extraits tinctoriaux livrés dans le commerce sous des noms n'ayant aucune relation avec leur origine, ou bien sous des noms inexacts.

OPTIQUE. — *A. Blondel.* — **Mesure des rendements photométriques des appareils optiques.**

Le photomètre universel à pupille artificielle, récemment établi par l'auteur (C. R. 181, 1925, p. 310) permet de mesurer plus facilement le rendement photométrique des appareils optiques (objectif, lunette, microscope, projecteur en comparant par deux lectures successives la brillance d'un écran diffusant uniformément lumineux, puis de la surface d'entrée de l'appareil étudié quand on éclaire sa pupille de sortie par le même écran. La seconde mesure se fait en visant cette surface d'entrée par le tube du photomètre, muni ou non de son objectif, et éventuellement d'un collimateur dont on place le foyer sur la surface éclairante. Après avoir défini les conditions d'exactitude des observations, l'auteur étudie les rendements d'un objectif photographique, d'un projecteur, d'une lunette et d'un microscope, et démontre que le photomètre à pupille artificielle permet de mesurer facilement les rendements lumineux de tous les appareils optiques.

L. FRANCHET.

PHOTOCHIMIE. — *Volmar* (transm. par M. Daniel Berthelot). — **Photolyse des acides bibasiques éthyléniques.**

L'auteur s'est proposé d'étudier la photolyse des acides bibasiques éthyléniques et l'influence dans les divers iso

Digitized by Google

mères de la position cis ou trans des deux carbonyles sur leur stabilité à la lumière. Il a observé que : 1° les biacides éthyléniques sont plus facilement décomposés que les acides saturés correspondants ; 2° les isomères cis sont cinq à six fois plus photolysés que les isomères trans correspondants et représentent, au point de vue photochimique, la forme labile ; 3° le voisinage de deux carbonyles influe sur la stabilité de la molécule à la lumière dans l'espace comme dans le plan. A. RIGAUT.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Deux stations expérimentales nouvelles de l'Argouane** (*Pleurotus Eryngii*).

L'une de ces stations nouvelles a été obtenue dans les Ardennes, l'autre dans la forêt de Fontainebleau. En milieu artificiel, on peut élever saprophytiquement les Pleurotes, mais on n'obtient pas ainsi des fructifications adultes. Au cours de ses nouvelles expériences, l'auteur y est parvenu en semant au voisinage de l'*Eryngium campestre*. Aussi croit-il qu'il serait téméraire, dans l'état actuel de la question, d'affirmer que c'est là une condition superflue.

ENTOMOLOGIE. — *A. Vayssière.* — **Nymphose et métamorphose d'un** *Prosopistoma foliaceum* Fourc. (*Pr. punctifrons* Latr.)

D'une grosse larve de cette espèce d'Ephéméridé prise dans le Rhône, l'auteur a obtenu une métamorphose en subimago, seulement cet individu était une femelle. Toutefois, il lui a été possible de suivre sur lui la nymphose depuis l'apparition des premières traces de la formation des ailes jusqu'à la mue.

Il reste toujours à obtenir la subimago mâle et la transformation en imago d'individus appartenant aux deux sexes.

BIOLOGIE. — *E. Bataillon.* — **Techniques nouvelles pour l'étude de la gastrulation et des localisations germinales chez les Batraciens.**

Les œufs, dégagés de leur mucine par le cyanure après fécondation, sont enrobés dans la gélatine à 8 %. Inclus dans la masse refroidie sur le fond d'un verre de montre debout ou renversé, ils se prêtent à l'observation par les deux pôles. Jusqu'à la formation de l'axe nerveux, ils sont accessibles à tous les essais de piqûre, de cautérisation, etc.

Chez *Rana fusca*, l'expérience prouve que la fermeture du blastopore est liée à une prolifération active de l'ectoderme pigmenté.

OCÉANOGRAPHIE. — *A. Gruvel* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur une carte de pêche d'une partie de la côte occidentale du Maroc.**

Cette carte s'étend du sud de Rabat jusqu'au sud de Casablanca.

Dans la zone littorale, inaccessible aux chaluts, où l'on relève de nombreuses roches, plus ou moins disséminées, les grands Crustacés (Homards, Langoustes) sont particulièrement abondants.

Les fonds de vase molle à *Brissopsis*, accessibles aux chaluts, contiennent, surtout, des Pleuronectes, quelques Gades et de nombreuses Crevettes roses (*Parapœneus membranaceus* Risso).

BOTANIQUE. — *C.-T. Popesco* (transm. par M. P.-A. Dangeard). — **Mouvements de sommeil et de veille comparés chez le** *Desmodium canadense* **franc de pied et greffé.**

Le *Desmodium canadense* rentre dans la catégorie des Légumineuses à feuilles sommeillantes. Si l'on n'a pas constaté ses mouvements, c'est qu'ils se font pendant la nuit et que la durée du sommeil des feuilles est relativement courte.

Le greffage a une influence bien nette sur ces mouvements. Après une période plus ou moins longue de lutte entre l'hypobiote et l'épibiote, il se rétablit un équilibre nouveau qui n'est pas exactement celui de la plante autonome, à un moment donné.

ZOOLOGIE. — *Risbec* (prés. par M. L. Joubin). — **Production de lumière par un Mollusque Nudibranche de la Nouvelle-Calédonie.**

L'auteur donne le nom provisoire de *Triopa fulgurans* à ce Nudibranche, découvert dans la baie de Nouméa, qui est le premier parmi les gastéropodes non pélagiques chez lequel la présence d'organes lumineux est constatée. Pendant la nuit, au moindre ébranlement, l'animal émet successivement et très rapidement de trois à cinq séries de quatre à cinq éclairs très brefs, semblables à des étincelles électriques. Il y a sans doute, dans cette émission lumineuse, un moyen de défense pour cet animal.

PHYSIOLOGIE. — *J. Athanasiu* (transm. par M. A. Richet). — **Sur le mécanisme nerveux de la rythmicité du myocarde.**

Des deux théories, la théorie myogène et la théorie neurogène, qui prétendent expliquer le mécanisme de la rythmicité du myocarde, la première est, d'après l'auteur, impuissante à expliquer certains faits. M. Athanasiu expose comment il conçoit le fonctionnement des neurones moteurs et inhibiteurs pour assurer cette rythmicité.

Grâce à deux circuits fermés et à l'excitant intermittent qui agit sur les neurones sensitifs, le myocarde reçoit des décharges nerveuses motrices aussi intermittentes, d'où son fonctionnement rythmique.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *P. Lasareff* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur le changement de la conductibilité électrique du pourpre visuel au cours de l'éclairage.**

Le pourpre rétinien de la grenouille a été dissous dans les solutions de sels d'acides biliaires. Après une dialyse prolongée, la solution du pourpre a été étudiée au point de vue de la conductibilité électrique dans l'obscurité et sous l'action de la lumière. Les expériences donnent une base expérimentale à la théorie ionique des sensations lumineuses.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Samec.* — **Sur les propriétés chimico-colloïdales des composants de l'amidon.**

Les amyloses et les érythroamyloses se comportent souvent de manière contraire ; on ne peut pas dire, par conséquent, que les différences que présente l'état colloïdal d'une même substance soient la cause de ce fait, lequel est probablement imputable à une différence dans la structure organique.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Cappe de Baillon* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur l'embryogenèse des Monstres doubles chez les Phasmides** (*Carausius morosus* Br.).

Des observations relatées dans cette note, l'auteur tire les conclusions suivantes :

La fusion des ovales qui constituent l'œuf composé entraîne la formation d'un blastoderme mixte, unique, qui occupe, à la face inférieure de l'œuf et à la surface du vitellus, la position occupée par le blastoderme normal.

L'orientation initiale des ébauches procéphaliques joue un rôle capital dans la morphologie des Monstres doubles.

Un organe est d'autant plus exposé à être double qu'il est plus rapproché du lobe procéphalique, ou, en d'autres termes, d'apparition plus précoce.

PROTISTOLOGIE. — *Pierre P. Grassé* (transm. par M. Henneguy). — **Vacuome et appareil de Golgi des Euglènes.**

Les recherches de l'auteur, qui portent avant tout sur *Euglena proxima* Dang., lui permettent de confirmer dans leur ensemble les données de P. Dangeard. Le vacuome se compose de petites vacuoles, mesurant de quelques fractions de μ à 4 μ. Le rouge neutre, en solution très étendue, les colore en rouge vif tirant parfois sur l'orangé ; le bleu de crésyl leur communique une teinte violette plus ou moins empourprée.

Digitized by Google

Le stigma est interprété par M. Grassé comme un appareil parabasal (appareil de Golgi) imprégné d'un pigment de la série des carotinoïdes. C'est un amas de dictyosomes devenus sensibles à la lumière. P. GUÉRIN.

Séance du 19 octobre 1925.

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Riquier.* — **Sur quelques problèmes relatifs à l'équation aux dérivées partielles**

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^n u=0$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Roussel* (transm. par M. E. Goursat). — **La méthode d'adjonction du Calcul des variations.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Mentré* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les déformations projectives simultanées d'une congruence et de ses deux surfaces focales.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *C. Parvulesco* (prés. par M. B. Baillaud). — **Sur la distribution des étoiles dans les amas globulaires M.9, M.10, M.12 et la théorie cinétique des gaz.**

La détermination de la densité des trois amas a permis d'obtenir des courbes présentant les caractères suivants : 1° Elles sont très rapprochées l'une de l'autre jusque vers 0.2 r ($o<r<1$) ; 2° l'amas le plus concentré au centre (M.9 a une densité plus petite à la périphérie que les autres, l'inverse a lieu pour M.10 ; les courbes indiquent des densités 4000-6000 fois plus grandes aux centres qu'aux périphéries.

Les nouvelles recherches faites pour comparer la courbe de densité observée dans un amas à celle, théorique, d'une boule de gaz, ont conduit à des formules permettant de conclure que pour comparer utilement la distribution dans une boule à celle d'un amas, il faut considérer une boule de masse égale à l'amas, une nébuleuse sphérique par exemple.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J.-J. Trillat* (prés. par M. de Broglie). — **Sur une méthode permettant de suivre, au moyen de spectres de rayons X la marche de certaines réactions chimiques (oxydation des acides gras non saturés).**

L'auteur a appliqué aux acides gras non saturés, la méthode qu'il a utilisée précédemment pour les acides gras saturés (C. R., 180, 1925, p. 1329 et 1388). Ces nouvelles recherches montrent que l'oxydation des acides gras non saturés se fait par additions successives d'une même quantité d'oxygène et s'accompagne d'un allongement moléculaire à peu près constant (de l'ordre de 6 à 7 Å) provoquant la polymérisation. La méthode constitue le premier exemple de réactions étudiées directement par la spectrographie X.

RADIOACTIVITÉ. — *G. Fournier* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la période de décroissance du Radium E.**

Au cours de recherches antérieures sur le rayonnement des sources de Ra E et leur décroissance en fonction du temps, l'auteur avait trouvé que la valeur pour la période de décroissance du Ra E était la même que celle donnée par Thaller. De nouvelles déterminations de M. Bastings ont abouti a une valeur différente : 4.98 au lieu de 4.85. Or, les résultats obtenus par M. Fournier confirment l'ancienne valeur de Thaller.

VOLCANOLOGIE. — *Const. A. Kténas.* — **L'éruption du Volcan de Santorin.**

L'éruption est caractérisée par la rapidité de la formation d'un dôme et par l'intensité et la fréquence des explosions. Le dôme, haut de 75 mètres environ, se dresse, en forme de cône tronqué, bas et arrondi à la partie supérieure. Sa base a un diamètre de 100 à 120 mètres. Il est constitué par une carapace de blocs anguleux de lave solide, englobant la matière visqueuse fondue. Les phénomènes d'explosion ne se manifestent que sur le dôme proprement dit.

L. FRANCHET.

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Vlès* et *M^lle M. Gex* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le compartement du benzène en présence de solutions aqueuses : l'absorption ultra violette en fonction du P_H.**

Le noyau benzénique n'est pas insensible à la valeur du P_H. Les rapports des absorptions présentent des variations sinueuses analogues à celles que l'on observe avec les acides organiques. L'interprétation de ces courbes a été faite dans plusieurs directions.

— *H. Forestier et G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Points de transformation magnétiques dans le système sesquioxyde de fer-magnésie.**

Après les systèmes Fe^2O^3, avec Al^2O^3 et Cr^2O^3, le système Fe^2O^3 et MgO met en évidence l'existence du ferrite de magnésie Fe^3O^3 MgO fusible à 1700°.

— *A. Boutaric* et *M^lle G. Perreau* (prés. par M. D. Berthelot). — **Influence de quelques colloïdes stables sur la floculation de sols et de suspensions.**

Dans cette nouvelle note, l'influence de la gomme arabique sur la floculation du sulfure d'arsenic par le chlorure de potassium est suivie, quantitativement, avec effet accélérateur ou protecteur. De même, les autres colloïdes stables, comme la dextrine, la gélatine, l'albumine, l'amidon sont susceptibles d'être accélérateurs ou protecteurs.

— *Costa* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectres de masse de quelques éléments légers.**

La méthode décrite (C. R., 180, 1925, p. 1661) a donné, par l'hydrogène, 1,0074 pour l'ion positif. Pour l'isotope léger du lithium on aurait 6,009 ± 0,0015 et pour le lithium 7, la valeur 7.012 ± 0,003.

— *F. Perrin* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le mouvement brownien de rotation.**

Dans le cas du mouvement de translation, on a établi des formules, et, de même, pour le mouvement de rotation. Ces formules appliquées aux grosses molécules des corps fluorescents, permettent de calculer l'influence de la viscosité du solvant sur la polarisation de la lumière qu'ils émettent.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Picon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Action du vide et de la chaleur sur les nitrates de bismuth neutre et basiques. Dosage de l'eau de constitution et de l'acide azotique dans ces sels.**

Ce dosage a permis de corriger les données antérieures. C'est à tort que les nitrates de bismuth basiques passaient pour être complètement deshydratés à 110°. Le nitrate neutre, en présence de P^2O^5, doit être chauffé à 150° pour être déshydraté : il est alors en partie décomposé.

A. RIGAUT.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Un cas insoupçonné de pathologie végétale.**

L'auteur donne les résultats d'expériences qui établissent très nettement l'action parasitaire du Pleurote. Si les expériences ultérieures confirment ces résultats, on pourrait en conclure que le Champignon a un effet plus destructeur sur l'*Eryngium maritimum* (mortalité 71 %) que sur l'*Eryngium campestre* (mortalité environ 10 %).

— *G. Rivière* et *G. Pichard* (prés. par M. J. Costantin). — **De la postérité de l'*Amygdalopersica Formonti* (L. Daniel).**

En 1915, il a pu être récolté deux amandes parfaitement mûres sur les pousses des amandiers hybrides de greffe (*Amygdalopersica Formonti*) qui s'étaient développées, spontanément, en 1908, sur les branches de charpente de deux vieux pêchers (var. *Mignonne*) greffés en écusson et en pied sur des sujets d'amandier. L'une de ces amandes,

Digitized by Google

semée, en 1916, a donné un fort scion d'amandier qui est maintenant un arbre vigoureux. Il a donné, en 1925, de jeunes branches portant des amandes qui sont arrivées à maturité.

Ce nouvel individu ne peut pas être considéré comme un hybride type, attendu que les caractères spécifiques des deux associés n'y sont point fusionnés.

MÉDECINE. — *D'Arsonval, F. Bordas* et *F. Touplain.* — **La détermination du régime des sources hydrominérales.**

Les auteurs résument les principes des divers instruments qu'ils ont créés, leur permettant d'enregistrer automatiquement toutes les variations de température, de débit et de composition chimique qui pourraient se produire à un moment quelconque au griffon d'une source.

— *Agasse Lafont* et *Roger Douris* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur l'injection sous-cutanée de substances gazeuses telles que l'oxygène.**

Le dispositif proposé comporte uniquement : 1° un flacon générateur, dont le volume peut être réduit, à 50 ou 60 cm³ dans lequel l'oxygène est fabriqué et purifié par lavage au moyen d'une solution vingtième normale de soude, grâce à un barboteur compris dans le bouchon même du flacon ; 2° une seringue en verre construite spécialement pour recueillir, mesurer et injecter le gaz.

La fabrication de l'oxygène repose sur la décomposition de l'eau oxygénée convenablement titrée, au moyen d'un comprimé à base de bichromate de potasse.

BACTÉRIOLOGIE. — *A. Calmette, J. Valtis, L. Nègre* et *A. Boquet.* — **Infection expérimentale transplacentaire par les éléments filtrables du virus tuberculeux.**

Les éléments virulents, filtrables, provenant des produits tuberculeux ou des cultures de bacilles de Koch, et inoculés sous la peau des cobayes femelles en gestation, peuvent traverser le filtre placentaire, infecter l'organisme des fœtus et déterminer des lésions tuberculeuses dans lesquelles on retrouve les formes non filtrables et acido-résistantes du bacille tuberculeux.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *René Souèges* (prés. par M. L. Guignard). — **Embryogénie des Crassulacées. Développement de l'embryon chez le *Sedum acre* L.**

L'embryon du *Sedum acre* représente un nouveau type de développement caractérisé par la différenciation de la cellule basale en une grosse vésicule haustoriale envoyant au dehors de nombreuses ramifications ; par la disposition tout à fait particulière que prennent les quatre éléments de la tétrade et par l'individualisation d'une hypophyse véritable donnant naissance aux initiales de l'écorce au sommet de la racine.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Marc Bridel* (prés. par M. L. Guignard). — **Sur la présence, dans l'émulsine des amandes, de deux nouveaux ferments, la primevérosidase et la primevérase.**

L'émulsine des amandes hydrolyse, en solution aqueuse, le monotropitoside, si l'on a soin de prolonger suffisamment son action et de l'employer en grande quantité. L'hydrolyse ne s'arrête pas au primevérose, le primevérose étant hydrolysé en glucose et en xylose.

L'émulsine des amandes renferme donc deux ferments qui n'y avaient pas encore été signalés, le ferment des primevérosides, la primevérosidase et le ferment du primevérose, la primevérase.

PHARMACOLOGIE. — *René Hazard* et *L. J. Mercier* (prés. par M. Desgrez). — **Action de la base tropine (tropanol) sur le cœur.**

Le ralentissement et la diminution d'amplitude systolique provoqués par le tropanol diffèrent essentiellement de l'effet habituel de l'atropine sur le cœur, qui, au début de son action, provoque de l'accélération. Cependant, il est à noter que chez les animaux à sang froid, et en particulier chez la grenouille, au lieu d'amener de l'accélération cardiaque, l'atropine provoque, de même que le tropanol, un ralentissement marqué du cœur avec diminution d'amplitude.

Certains chiens meurent après une injection de 0 gr. 05 de tropanol par kilogramme d'animal, alors que d'autres chiens supportent des doses allant jusqu'à 0 gr. 30 par kilogramme, sans présenter d'autres phénomènes que le ralentissement du cœur et la diminution d'amplitude systolique.

CYTOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Indications sur le linome de quelques catégories cellulaires.**

L'auteur a désigné antérieurement sous le nom de *linome* des formations filamenteuses, cordons, spirèmes cytoplasmiques, etc., autres que le chondriome, et que présentent certaines cellules dont il a été cité plusieurs exemples. Il en apporte aujourd'hui quelques autres observés dans les linocytes des Glycères, de *Nereis diversicolor*, les leucocytes de *Nephthys*, dans l'énorme sarcoplasme des cellules musculaires d'*Ascaris holoptera*, etc.

EMBRYOLOGIE. — *M.* et *Mme Georges Teissier* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la croissance embryonnaire de *Chrysaora hysocella* L. (Méduse Acalèphe).**

Cette Méduse présente une véritable viviparité caractérisée par une croissance de l'embryon au stade blastula, stade qui, dans ce cas, présente une remarquable adaptation physiologique que ne traduit aucune adaptation morphologique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Samec.* — **Sur l'hydrolyse enzymatique des amylophosphates naturels et synthétiques.**

Les expériences montrent une analogie de structure entre l'amylophosphate du grain d'amidon et les éthers amylophosphoriques synthétiques. On a établi récemment l'existence d'enzymes qui décomposent les éthers phosphoriques, tels que l'acide hexosephosphorique ou l'acide glycérinophosphorique, en acide phosphorique et résidus organiques. On trouve de semblables phosphatases dans diverses semences, dans des ferments et dans certaines parties du corps des animaux.

L'auteur a pu constater que ces enzymes éliminent l'acide phosphorique de l'amidon natif et de l'amylophosphate synthétique.

P. GUÉRIN.

Séance du 26 octobre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Soula* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions analytiques qui s'annulent pour leurs valeurs entières et positives de la variable.**

HYDRODYNAMIQUE. — *M. Roy* (prés. par M. Lecornu). — **Réaction en régime permanent d'un fluide incompressible parfait sur un solide immergé.**

MÉCANIQUE. — *Laurent* et *A. Seguin* (prés. par M. Georges Claude). — **Sur un nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage.**

La méthode stroboscopique présente le défaut de manquer d'éclairage, défaut localisé dans l'interrupteur chargé de synchroniser les éclairs du tube de Geissler avec la fréquence de l'objet à étudier. En effet le courant d'éclairage passe par le synchronisme, et son intensité est vite limitée par l'arc produit à la rupture qui rend imprécis la durée de l'éclair et qui détériore les contacts. Les auteurs pour remédier à ces inconvénients ont séparé complètement les fonctions du synchroniseur et de l'éclaireur ; celui-ci est asservi au synchroniseur qui détermine l'instant de l'éclairage sans que le courant d'éclairage le traverse.

ÉLECTRICITÉ. — *Max Morand* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le régime de l'émission positive dans un nouveau tube métallique à anode échauffée.**

L'auteur a étudié le régime de l'émission avec un tube

Digitized by Google

métallique pouvant supporter des différences de potentiel de 100.000 volts.

Le débit en rayons positifs dépend de la température de l'anode et de la nature des sels déposés à la surface. Nul d'abord lorsque la différence de potentiel est inférieure à une certaine valeur V_0, il croît suivant une loi représentée par la formule $i = k(V-V_0)^{\frac{3}{2}}$. Lorsque le débit atteint une certaine valeur, le tube fonctionne à tension constante V_i grandeur paraissant dépendre de la distance de l'anode à la cathode.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Jouguet* (prés. par H. Le Chatelier). — **Comparaison de la théorie de l'onde explosive avec quelques expériences récentes.**

L'auteur établit l'accord entre une prévision théorique qu'il avait faite antérieurement et une expérience de M. Laffitte qui a réalisé des ondes de choc et combustion sphériques ayant la célérité de l'onde explosive plane.

L'onde explosive provoquée par la détonation du fulminate de mercure est précédée d'une propagation plus rapide, passant progressivement à l'onde explosive proprement dite : c'est une vérification du théorème de M. Crussard sur la stabilité de l'onde explosive. Dans l'onde provoquée par l'étincelle électrique, il se produit une onde préliminaire qui serait constituée par une onde à combustion incomplète. — *J. Errera* et *V. Henri* (prés. par M. Jean Perrin). — **Propriétés optiques des isomères éthyléniques.**

La question n'était pas résolue, de savoir si l'acide crotonique solide (F. 72°) et le nitrile (Eb. 108°) sont *cis* ou *trans*. Les recherches faites par l'auteur le conduisent à les placer dans la série des dérivés *trans*.

CHIMIE MINÉRALE. — *H. Copaux* et *C. Matignon* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur divers états de l'oxyde de glucinium.**

A 500-550° la décomposition principale de l'oxyde est accomplie, mais celui-ci continue à perdre un peu de poids aux températures supérieures. A partir de 700°, il devient plus dense, D : 2,876 à 775°, 3.010 à 1.100°. L'oxyde transformé se dissout plus lentement dans l'acide fluorhydrique et la chaleur de dissolution augmente mais faiblement avec le produit le plus calciné.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Bert, P. Ch. Dorier* et *R. Lamy* (prés. par M. Moureu). — **Sur quelques homologues du phénylpropine vrai.**

Une série d'homologues du phénylpropine vrai, non encore décrits, ont été préparés par les auteurs avec un rendement voisin de 75 %, suivant le mode opératoire de M. Bourguel, amélioré par l'agitation mécanique systématique des corps mis en réaction à la température de 110-120°.

Pour la préparation de carbures acétyléniques vrais, les auteurs ont employé le dichloro-1.3-propène, ce qui donne l'avantage, en série aromatique, d'une rapidité d'exécution plus grande et d'un prix de revient moins élevé. — *Lespieau* (prés. par M. Moureu). — **Dérivés de la glycérine acétylénique** HC ≡ C.CHOH.CHHO.CH^2OH.

En partant de la dichlorhydrine, l'auteur a obtenu trois composés possédant une fonction oxyde d'éthylène voisine d'une triple liaison. En attaquant la dichlorhydrine par la potasse on passe à l'épichlorhydrine acétylénique; par hydratation de cet oxyde d'éthylène, on arrive à la monochlorhydrine et celle-ci additionnée de méthylate de sodium donne la monométhyline.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *R. Girard.* — **Sur l'action des solutions de chlorure de sodium sur les métaux ferreux.**

En solution désaérée, les fontes et l'acier perdent régulièrement du poids. En solution aérée, l'attaque de l'acier correspond à une perte de poids régulière, le métal est profondément creusé au centre par des figures de corrosion; l'attaque des fontes est beaucoup plus complexe. Les expériences ont montré que l'acier est corrodé dans les deux solutions, tandis que la fonte corrodée en solution désaérée, subit un enrouillement protecteur en solution aérée.

(à suivre) L. FRANCHET.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La pensée mathématique contemporaine, par Julien PACOTTE. In-8 de VI-123 pages (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Ce livre est un tableau vivant et riche des tendances mathématiques de notre époque, où l'idée de groupe est mise, comme il convient, en pleine lumière. On y remarque deux traits saillants de la pensée contemporaine dans cette branche : d'une part, la liberté qu'elle revendique dans toutes ses démarches, liberté qui est source de hardiesse et d'inspiration, et par là, source des succès si nombreux remportés depuis un demi-siècle; d'autre part, une conception nouvelle de l'Univers, affranchie du déterminisme idéal et d'hypothèses immuables (comme celle de la matière), apparentée en quelque sorte à la nature évolutive et créatrice suivant M. Bergson.

Cet aperçu trop bref fait deviner l'intérêt très grand que ce travail, très personnel, offre à la fois aux mathématiciens et aux philosophes. G. BOULIGAND.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

A. Engler. — Die natürlichen Pflanzen familien. 2e édition. T. XI, Mousses, 2e partie. In-8° de 542 pages avec 376 figures. — T. XXI, Pariétales et Opuntiales. In-8° de 660 pages avec 288 figures. Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : T. XI, 34 marks-or; T. XXI, 42 marks-or.

J. Monpillard. — Macrophotographie et Microphotographie. In-16 de 680 pages avec 86 figures (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

D'Ocagne. — Esquisse d'ensemble de la Nomographie. Fasc. IV du Mémorial des Sciences mathématiques. In-8° de 68 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Paul Lévy. — Calcul des probabilités. In-8° de 350 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

L. Cuniasse. — Mémorial du distillateur-liquoriste. In-18 de 299 pages, avec figures. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

L. Berland. — Faune de France, fasc. 10, Hyménoptères vespiformes. In-8° de 365 pages avec 663 figures. Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

R. Barquisseau, H. Foucque et *H. Jacob de Cordemoy.* — L'Ile de la Réunion (Ancienne Ile Bourbon). In-8° de 282 pages avec 17 figures et 2 cartes. Larose, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Le Gérant : A. DESNOIX.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 22 — 63e ANNÉE — 28 NOVEMBRE 1925

L'HYGIÈNE ET LA DÉFENSE DE LA SANTÉ PUBLIQUE (1)

L'hygiène a pour objet la conservation de la santé et la préservation des maladies. L'intérêt de ces buts devrait lui valoir la faveur de tous. Et pourtant il faut bien avouer qu'en France du moins elle n'est guère populaire ; elle y fut naguère victime d'un malencontreux chansonnier.

Mais, il me souvient du mot quelque peu amer du premier de mes prédécesseurs dans cette chaire, Hallé, — « c'est le plus souvent à la mode, disait-il, que la raison doit ses triomphes ». Efforçons-nous donc de faire appel à la mode ! Demandons à sa toute puissance d'entraîner les hommes à cultiver les disciplines d'où ils tireront la santé ; et peut-être verrons-nous enfin l'Hygiène prendre chez nous la place qu'en d'autres pays elle occupe et qu'elle mérite.

L'hygiéniste se doit d'être confiant : il doit être, par nature, optimiste. En effet, il sait bien que l'*homme naît sain*, vérité qui réduit singulièrement la portée de l'hérédité morbide. L'importance dévolue à l'hérédité en pathologie, fut, autrefois, démesurément exagérée : en dehors de l'hérédité syphilitique, facile à éviter désormais, en dehors de l'hérédité alcoolique ou nerveuse, où voyons-nous la transmission héréditaire jouer un rôle dans la détermination des maladies? Dans l'ordre pathologique, on peut dire qu'à peu près tout est acquis. Mais si les maladies résultent de phénomènes acquis ou subis, ces phénomènes relèvent de deux mécanismes différents : — ou bien il s'agit d'erreurs dans la conduite normale de la vie ; il existe en effet une technique de la vie ; on pourrait l'appeler l'*Eubiotique* ; — ou bien les faits morbides se développent à la suite de l'invasion de poisons ou de parasites venus de l'extérieur, invasion favorisée par la déficience ou la suspension des moyens naturels de défense de l'organisme ; ce mécanisme pathogène peut et doit être évité par des mesures, dont l'ensemble compose la *Prophylaxie*.

Les buts et les méthodes de l'hygiène visent à écarter les erreurs d'eubiotique et les fautes de prophylaxie ; la Médecine qui poursuit ce double objectif constitue la *Médecine préventive*, terme qui tend à se substituer à celui d'hygiène pour toute une partie des matières de cette science, celle qui se penche directement sur le sort physiologique et les risques pathologiques de l'homme. Ainsi, petit à petit, vient se ranger à côté de la Médecine curative, dont le rôle est de soigner et de guérir les maladies, la Médecine préventive, dont l'ambition est de discerner les causes des maladies afin de les éviter. Un ancien titulaire de cette chaire, Andral, disait déjà : « L'hygiène est l'étude des causes des maladies », définition trop limitative, car l'hygiène, en ce qui concerne la médecine préventive, doit non seulement étudier les causes des maladies, mais encore et surtout rechercher les moyens de les éviter. En outre, le domaine de l'hygiène dépasse singulièrement l'aire de la Médecine préventive, embrassant d'autres champs d'études et de pratiques qui n'ont rien de médical.

(1) Leçon rédigée par M. Pellissier, interne des hôpitaux.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

La Médecine préventive complète donc l'Étiologie, ou étude des causes, par la Prophylaxie, ou mise en œuvre des moyens propres à lutter contre ces causes.

Comme la Médecine curative, la Médecine préventive possède des moyens d'action qui lui sont propres. Ils doivent porter d'une part sur l'individu : c'est l'*éducation*. Je ne saurais trop insister sur ce que l'éducation est l'agent essentiel de la médecine préventive individuelle. Mais, d'autre part, les techniques d'application de la médecine préventive doivent s'adresser à la collectivité ; ici, ce n'est plus l'éducation, mais des *organisations* qui doivent entrer en jeu.

De plus en plus, la médecine, s'évadant de la considération exclusive des individus, envisage la santé comme les maladies du point de vue des collectivités sociales. Cette préoccupation de la santé des collectivités a créé, avec Duclaux, une *Médecine sociale*. Autrefois le mot lui-même n'existait pas ; on parlait bien d'hygiène publique ; mais c'est tout autre chose. L'hygiène publique comprend l'ensemble des institutions et des mesures appartenant à l'autorité publique et s'appliquant aux groupes de population dépendant de cette autorité. Elle comporte principalement des opérations de technologie sanitaire, qui n'ont qu'un rapport lointain avec la médecine. Le domaine de la médecine sociale est situé sur un tout autre plan : comme la médecine individuelle, elle comprend une médecine curative, qui étudie les maladies des collectivités ainsi que les moyens de les guérir ; et une médecine préventive, qui a souci de reconnaître les facteurs sociaux des maladies et de les combattre, et qui, ici encore, utilise l'éducation ainsi que des organisations appropriées ; aussi bien constituent-elles, dans l'ordre des organisations, les instruments de la médecine sociale en même temps que ceux de l'hygiène publique en général.

Parallèlement à ce mouvement d'idées, la notion de la *santé publique* a pris une importance de plus en plus grande. A juste titre on se préoccupe chaque jour davantage des facteurs de la santé envisagés dans leurs relations avec les groupements humains, à divers degrés ou aspects de ces groupements : groupements professionnels, régionaux, nationaux, internationaux. Dans la nation, la santé publique représente l'un des éléments essentiels de sa richesse et de sa force. La valeur physique d'une population est l'une des conditions primordiales de sa puissance. Si la démographie, ou étude de la population, a toujours fait partie intégrante de l'hygiène, jamais il n'est apparu plus nécessaire de poursuivre cette étude sous l'angle des variations de la santé publique, de leurs sources, de leurs effets, de leurs réactions aux efforts de l'hygiène. Aux progrès de la santé publique est subordonnée en effet la mortalité ; or, qui ne voit la gravité de pareilles questions, en France surtout, où, au lendemain d'une guerre qui a enlevé au pays quinze cent mille de ses plus beaux enfants, la mortalité demeure la plus élevée parmi les nations civilisées.

Elle atteint en 1921 la proportion de 17,7 pour 1.000, alors qu'aux États-Unis, la mortalité n'est que de 11,7 pour 1.000 et descend à 7 pour 1.000 au Danemark. Si l'on considère la *mortalité infantile*, les chiffres sont encore plus impressionnants : en France, en 1919, on compte 130 décès pour 1.000 naissances, alors qu'il n'y en a que 77 en Grande-Bretagne (en 1922) et 76 aux États-Unis (en 1921). Quelle cruelle ironie ! Notre pays, qui est l'un des plus solidement agencés, des plus harmonieusement composés, qui possède la plus grande richesse climatique, la plus certaine salubrité naturelle, est celui où l'on meurt le plus !

Encore, si la *natalité* venait combler ces vides sans cesse élargis... mais tout au contraire la natalité est chez nous la plus basse qui soit, et elle ne fait que s'abaisser progressivement. Le chiffre absolu des naissances a diminué de moitié entre 1906 et 1919. Le relèvement de la natalité est un problème, non pas inaccessible, mais ardu et complexe ; en ce qui concerne au contraire la mortalité, il serait très facile d'améliorer considérablement la situation en accomplissant pour la santé publique un effort comparable à celui, de même ordre, qui est tendu vers la défense nationale. La protection de la santé publique, comme de celle de l'individu, doit viser deux objectifs : la conservation de l'état normal, c'est l'*Eubiotique* appliquée à la collectivité ; et la préservation des maladies, ou *Prophylaxie*.

***

Parcourons maintenant, après avoir jalonné notre sujet, les deux grands chapitres de l'hygiène : l'eubiotique et la prophylaxie.

L'*eubiotique*, dans le langage de l'École, absorbait jadis presque toute l'hygiène. L'hygiène en effet ne se préoccupait que d'eubiotique, lorsqu'elle établissait la classification des *Modificateurs de la santé* : modificateurs externes qui étaient les ingesta, les applicata, les circumfusa ; modificateurs internes, qui étaient les gesta, les excreta, les percepta.

Nous n'avons guère le droit de sourire de ces termes qui nous paraissent quelque peu scolastiques, car nous n'avons fait que changer les mots. Négligents du latin, nous ne parlons plus guère d' « ingesta », mais ne prenons-nous pas souci, plus que jamais, de l'*alimentation ;* le meilleur moyen d'entretenir la vie dans son jeu régulier

Digitized by Google

ne réside-t-il pas dans une alimentation rationnelle? La diététique, pour le médecin, l'éducation alimentaire, pour l'hygiéniste, demeurent au premier plan. Aux « applicata » des anciens, il serait plus difficile peut-être de trouver des équivalents. Cependant, ce qu'ils entendaient par là se trouve satisfait dans le souci tout moderne de la science et la pratique de la *propreté*, — vocable auquel il ne manque, pour être prisé, que de ne pas appartenir au langage courant, — mais j'entends le mot de propreté dans son acception la plus complète, et j'y enferme tout ce que le progrès de nos mœurs nous a fait connaître sous le terme un peu hôtelier de confort moderne! Au contraire du magistrat romain, l'hygiéniste, « de minimis curat ».

C'est encore parmi les modificateurs externes que nous rangerions les *intoxications volontaires*, au premier rang desquelles l'alcoolisme se révèle comme la plus incrustée dans le cœur humain, mais serré de près par la foule des *toxicomanies*, dont le nombre comme les ravages ne cessent de s'accroître?

Il n'est pas jusqu'aux « gesta » de nos pères que nous ne retrouvions sous le nom de *culture physique*, mais cette culture physique ne doit pas être comprise comme on l'entend d'ordinaire : on la limite souvent, mais à tort, à l'entraînement musculaire sous toutes ses formes; je pense qu'il faut définir la culture physique par l'ensemble des pratiques destinées à maintenir le jeu normal de tous les organes. Aussi ne doit-on pas cantonner la culture physique à l'exercice de tel ou tel organe : elle doit s'exercer sur le fonctionnement de tous les appareils de l'organisme et, à ce titre, la culture physique comprend l'entraînement intellectuel. C'est une lourde erreur, trop fréquemment commise, que de les dissocier, et de développer l'éducation physique, envisagée dans son sens restreint, sans tenir compte, et comme à l'insu, de l'éducation intellectuelle. Ainsi donc, l'eubiotique comprend l'étude de la propreté; de l'alimentation; des intoxications volontaires ou toxicomanies et de la culture physique. Il est évident que pour faire entrer dans la pratique de la vie les prescriptions qui résultent de l'étude de ces diverses notions, l'hygiéniste ne peut se servir que de l'*éducation*, moyen d'action de l'hygiène individuelle, nous le savons, mais on ne saurait trop y insister.

Quand on jette un regard sur le passé, combien d'erreurs d'hygiène on relève dans les usages des hommes! Avec quel étonnement n'apprenons-nous pas par Plutarque, qui, dans ses *Préceptes pour conserver la santé*, s'élève contre cette pratique, que sous le nom de syrmaïsme, nos ancêtres se faisaient vomir à intervalles réguliers. Cette invention des Égyptiens paraissait, très judicieusement, à Plutarque plus propice à entretenir la gourmandise que conforme à la nature.

Plus près de nous, nous voyons la saignée, érigée en pratique régulière, faisant partie pour ainsi dire, au grand siècle, du train de vie ordinaire de l'honnête homme. Combien de nos contemporains s'adonnent encore aux purgations systématiques et non motivées! Et M. de Fontenelle qui vécut, il faut le dire pour la honte de l'hygiène, jusque dans sa centième année, avait, disait-il, ses remèdes : c'était le bon vin et la bonne chère; mais, il ajoutait qu'il s'y préparait par des jours de jeûne périodiques; premier essai de l'actuelle méthode de Guelpa!

C'est à une hygiène individuelle bien conçue, bien conduite, de faire table rase de ces vaines pratiques, qui procèdent d'une confusion entre des méthodes de cure d'états pathologiques et les principes de sauvegarde de l'état physiologique. A côté de l'eubiotique individuelle, il convient de ranger l'*eubiotique sociale*. Pour elle l'éducation ne serait plus un instrument suffisant; il lui faut des mesures collectives, sociales, aboutissant à des *organisations*.

Voyons donc quelles sont les différentes parties de l'eubiotique sociale; c'est tout d'abord l'eugénétique et la puériculture.

L'*eugénétique* a pour objet la protection de l'enfant dès l'acte de la procréation. C'est un souci de cet ordre qui se retrouve dans les sociétés antiques, qui exigeaient la fécondité obligatoire du mariage. Mais aujourd'hui, on tend surtout à assurer la qualité du produit par une action tutélaire qui, du fait d'une éducation individuelle ainsi que de mesures sociales, s'exercerait sur les reproducteurs. Il faut confesser que jusqu'ici de telles propositions sont restées, du moins pour l'espèce humaine, à l'état de prédications théoriques.

La *puériculture* est beaucoup plus assise; je dirai même qu'elle a conquis l'opinion publique. Avec Pinard, l'on tend à l'appliquer à la période anté-natale, à la première et à la seconde enfance. Je n'envisagerai pas ici l'ensemble du problème, me contentant d'en esquisser les grandes lignes. Il est devenu banal d'insister sur la nécessité de favoriser l'*allaitement maternel*. Sans doute cette pratique enferme-t-elle l'essentiel de la puériculture. Ce n'est d'ailleurs pas chose nouvelle. Aulu-Gelle considérait déjà comme une honte que les femmes n'allaitassent pas leur enfant; et tout le monde sait l'heureux fruit de la campagne morale entreprise il y a près de deux siècles par J.-J. Rousseau.

Aujourd'hui, la lutte a pris un autre aspect, s'efforçant contre la *mortalité infantile*. Mais toujours c'est la séparation de l'enfant et de sa mère qui constitue le véritable fléau. Il y a en France,

Digitized by Google

selon Wallich, plus de 80.000 enfants séparés, et Lülling estime que la mortalité des séparés oscille autour de 50 %. Il faut, de toute urgence, abolir ce scandale de la haute mortalité infantile, car la preuve est faite qu'on y peut parvenir. Deux types nouveaux d'organisations sont capables d'amener ce résultat : ce sont les *maisons maternelles* et les *centres de placement familial surveillé*. Ces institutions, outillées et dirigées convenablement, multipliées proportionnellement aux besoins, garantiraient la vie des nourrissons.

Pour l'enfant plus âgé, il est un autre mode de protection, non moins indispensable, c'est l'*inspection médicale des écoles*, destinée à contrôler sa santé au moment où il est plongé dans un milieu nouveau et entraîné à une existence nouvelle, l'un et l'autre réclamant une surveillance hygiénique.

A côté de la puériculture, il nous faut placer, dans le domaine de l'eubiotique sociale, le problème de l'habitation et de l'urbanisme. Ce problème est, à notre point de vue, doublement capital, car non seulement l'habitation joue un rôle essentiel dans le maintien de la bonne santé, mais aussi, le taudis est l'un des agents les plus puissants de diffusion des maladies contagieuses. Aussi, l'*urbanisme*, qui doit embrasser l'ensemble des données de ce problème, est-il l'un des chapitres les plus importants de l'hygiène sociale moderne.

J'en aurai terminé avec les diverses sections de l'eubiotique sociale quand je vous aurai signalé que c'est à elle que ressortit le soin d'étudier l'action des milieux extérieurs (« circumfusa »), air, sol, eau, sur la santé publique ainsi que les moyens de la gouverner.

***

La *prophylaxie*, nous le savons, a pour objet d'éviter les maladies. Elle comprend plusieurs chapitres.

L'*hygiène du travail* est composée par l'ensemble des prescriptions individuelles et des mesures légales et collectives dont le but est d'empêcher les intoxications et autres maladies d'origine professionnelle ; cette partie de l'hygiène implique surtout un appareil légal et des instruments de contrôle ; il faut avouer que l'hygiène du travail est loin d'avoir chez nous la place qu'elle mériterait.

Toutefois, si importante soit-elle, elle s'efface quelque peu devant l'intérêt primordial de la *prophylaxie des maladies infectieuses*. Je ne vous apprendrai rien en vous disant que les découvertes pastoriennes ont bouleversé toutes les notions de prophylaxie des maladies infectieuses. Alors qu'autrefois c'était le chaos dans notre conception même des maladies, tout s'est éclairé après la découverte des microbes. Et c'est à une véritable rénovation de la prophylaxie que nous a fait assister l'apparition des vaccins et des sérums préventifs.

Dans le passé, l'humanité était littéralement décimée par les *grandes épidémies*.

La *peste* était la plus redoutée de toutes ; l'on était contre elle entièrement désarmé. On montre au Musée de la Santé Maritime, à Marseille, les piques et hallebardes qui représentaient tout l'appareil prophylactique de nos pères contre l'invasion du fléau. Les quarantaines et les sereines, jadis, n'ont pas toujours réussi à empêcher la peste bubonique de se propager. Connaissant aujourd'hui, grâce à Yersin et à Simond, son mode de transmission et le rôle des trois facteurs épidémiologiques, le bacille, le rat et la puce, nous sommes à même d'appliquer les mesures utiles au bon endroit. Aussi, orsque la peste s'infiltre dans nos murs, elle est incapable de se répandre : elle ne provoque que des cas isolés, l'épidémie est jugulée avant même que d'être créée.

Il en est de même du *typhus exanthématique* qui ravageait autrefois les armées en campagne ; c'est lui que l'on reconnaît sous les traits de la fameuse peste de Thucydide. Nicolle (de Tunis) découvre le rôle du pou dans sa transmission ; désormais l'on arrête le typhus dès qu'on est en mesure de pratiquer convenablement l'épouillage.

A côté des grandes épidémies accidentelles, on déplorait des *endémies localisées* non moins redoutables, comme la fièvre jaune et le paludisme. Vous savez combien les mesures prises étaient vaines et stériles, faute de connaître la cause même et les modes de transmis ion de ces maladies. Le rôle du stégomya dans la fièvre jaune, de l'hématozoaire et de l'anophèle dans le paludisme ont éclairé le problème. On a pu voir disparaître la fièvre jaune de Cuba, du Brésil, qu'elle dévastait ; en Italie, il a suffi de prendre les mesures nécessaires pour faire partout reculer le paludisme, qui, depuis des siècles, appauvrissait la population.

Les mêmes succès sont enregistrés dans la lutte contre les *épidémies localisées* qu'on voit sous nos climats.

La variole, infection des plus graves autrefois était partout répandue comme une maladie presque inévitable ; grâce à la vaccination de Jenner, elle est pour ainsi dire disparu.

Pour la rougeole, toute aussi diffusée mais d'une léthalité moindre, quoique tout de même assez lourde, nous pouvons également entrevoir le moment où, grâce à la séro-prophylaxie due encore à Nicolle elle sera énergiquement enrayée.

La fièvre typhoïde qui était, il y a 25 ans, un des plus sérieux facteurs de la mortalité, est partout aujourd'hui repoussée. La connaissance de

Digitized by Google

origine hydrique, les grands travaux d'urbanisme, la vaccination spécifique, enfin, se partagent le mérite de ces beaux résultats.

Il n'est pas jusqu'à la diphtérie, cette diphtérie qui a été si longtemps la terreur des mères, dont on ne puisse espérer désormais voir la disparition par la vaccination qui est venue récemment s'ajouter à la séro-prévention.

Enfin, les *grandes endémies* doivent aussi bénéficier de notre prophylaxie moderne, mais ici les difficultés se multiplient.

Contre la lèpre, autrefois, on a employé des moyens héroïques : on a compté, en France, au XIIIe siècle, jusqu'à deux mille léproseries. Or, Amboise Paré déjà protestait contre la brutalité des mœurs et la séquestration de tout individu suspect. Plus tard, il y eut une enquête, au temps d'Henri IV, découvrant dans les léproseries nombre de sujets qui n'avaient pas la lèpre, et de vagabonds qui trouvaient là un moyen facile de se faire héberger.

Transposez les faits dans le temps présent, et vous verrez les mêmes problèmes se poser pour la tuberculose. On a quelquefois émis l'aventureuse idée de créer de véritables tuberculoseries : je n'imagine pas qu'on y puisse de force conduire tous ceux qui sont atteints ; nous pouvons nous douter, par contre, qu'on y trouverait maints sujets nullement tuberculeux. Combien d'autres objections médicales, morales, financières, on pourrait soulever ! Seuls, des esprits aussi irréfléchis que bien intentionnés ont pu apercevoir dans la claustration la solution du problème social de la tuberculose.

Ce que l'on sait bien, c'est qu'actuellement on observe un recul de la tuberculose partout où existent des organisations pour la combattre. Ce sont donc les institutions de prophylaxie connues qui restent actuellement les armes les plus puissantes contre la tuberculose.

La syphilis, de même, se réclame de mesures sociales appropriées à nos connaissances sur la maladie. Ici, si la lutte est plus facile, et les résultats plus immédiats et plus complets, grâce à notre possession de médications spécifiques ; il n'empêche que des organisations spéciales sont nécessaires pour intensifier l'application de ces médications et atteindre tous ceux qui en sont justiciables.

Il se dégage de tous ces faits une notion essentielle : c'est que, pour toutes ces mesures prophylactiques, on ne peut se passer d'*organisations sanitaires publiques*.

Il faut une organisation publique pour entreprendre les grands travaux d'hydraulique, de voirie, d'urbanisme. Des laboratoires doivent être installés, laboratoires de diagnostic, et laboratoires de préparation des produits immunisants, dont la distribution doit, d'autre part, être assurée. Surveillance et contrôle de la santé publique, prescriptions et mesures collectives, qui s'en chargera, si une organisation publique n'est dévolue à ces devoirs? Désinfection, dépistage, observation et traitement des porteurs de germes, dispensaires, sanatoriums, contrôle des denrées alimentaires, la création et la conduite de services aussi amples peuvent-elles être imaginées en dehors de l'action publique?

La *loi du 15 février* 1902 sur la *protection de la santé publique* a la prétention de nous avoir fourni cette organisation sanitaire indispensable, mais quelles imperfections, quelles lacunes, cette loi, qui a l'incontestable mérite d'avoir été la première charte française en cette matière, porte-t-elle, au grand préjudice de la santé publique ! Elle prévoit trois éléments :

1° Une *organisation municipale* qui est à la base même de l'édifice. Mais, si des Bureaux d'hygiène sont prévus, obligatoires même dans les agglomérations de 20.000 habitants et au delà, pour appliquer les règlements sanitaires communaux, il n'en reste pas moins que le maire conserve en définitive l'autorité : il est maître dans sa commune. C'est le défaut capital de la loi, car elle confie le soin de l'hygiène à une personnalité d'ailleurs insuffisamment instruite de ses exigences, dont la principale préoccupation est de ne pas gêner ses administrés. Le Bureau d'hygiène, qui devrait comprendre laboratoires et personnel spécialisé, bactériologistes et chimistes, est rarement constitué de la sorte et trop souvent démuni de compétences. En serait-il autrement, que le maire n'est nullement obligé de tenir compte de ses indications. En fait, il n'est qu'un petit nombre de Bureaux d'hygiène qui rendent les services pour lesquels ils ont été conçus.

2° Une *organisation départementale* est prévue pour les territoires dépourvus d'organisation sanitaire municipale ; mais elle n'est que facultative, livrée au gré du Conseil général. En outre, il n'existe aucun lien organique entre l'organisation départementale, quand elle existe, et les organisations municipales. Ce dualisme est déplorable, car il empêche toute action concertée utile, et suscite même des entreprises contradictoires. Enfin, il importe d'insister, plus encore ici que pour les Bureaux d'hygiène, sur le défaut de technicité de la plupart de ces organismes : trop souvent, aux yeux de l'Administration, sont confondues hygiène et assistance, et trop souvent se manifeste la tendance à n'envisager l'hygiène que sous l'aspect d'un travail de cabinet, dont les seules réalisations se traduisent par de la paperasserie.

3° Le *troisième élément est représenté par des Con-*

Digitized by Google

seils, mais des Conseils impuissants, qu'il s'agisse de la Commission sanitaire de Circonscription, du Conseil départemental d'Hygiène ou du Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France. Aucune initiative en effet ne leur est impartie; aucune sanction ne suit obligatoirement leurs décisions. Au centre de cet édifice compliqué et fragile, se trouve placée une *Direction de l'Hygiène;* mais, ballottée entre divers Ministères, suivant les fluctuations de la politique, sans crédits suffisants, sans moyens d'action et sans pouvoir réel sur des fonctionnaires qui ne dépendent pas d'elle, elle aussi est trop réduite à un travail platonique de préparation législative sans espoir de lendemain et de correspondance officielle sans esprit de suite.

En un mot, les fonctionnaires techniques de l'hygiène sont subordonnés aux autorités locales, et celles-ci sont elles-mêmes soumises aux influences politiques. Bref, l'Hygiène publique en France n'offre à ses agents, si dévoués qu'ils soient, ni moyens, ni sécurité; aucun statut n'assure leur indépendance, ne garantit leur recrutement, ne sauvegarde leur avenir. On peut penser que c'est à une telle organisation, ou plutôt à un tel manque d'organisation, que nous devons le triste privilège d'une mortalité dont aucune nation civilisée ne connaît plus chez elle le taux excessif.

La *réforme* nécessaire devrait s'imposer à l'esprit de tous les Français : créer des services sanitaires publics uniformes et généralisés à tout le territoire. Ces organismes sanitaires doivent relever de l'autorité de l'État, représenté par une organisation centrale solidement outillée et pourvue. Il est indispensable, pour que ces services soient efficaces, qu'ils soient affranchis des influences locales. Mais si des *services centraux* doivent être placés sous l'autorité d'un Ministère compétent, ils doivent eux-mêmes commander à des organisations périphériques. Celles-ci consisteront en *circonscriptions sanitaires*, dont les agents seront en contact intime avec la population. Plusieurs de ces circonscriptions seraient réunies en *régions sanitaires*.

Pour diriger les services centraux, les régions et les circonscriptions sanitaires, ce sont des techniciens que l'on doit installer, des hygiénistes et non pas des bureaucrates : instruits et spécialisés, d'une part, indépendants par ailleurs, ils imprimeront à l'Hygiène publique une action vivante, au lieu de l'existence fantomatique qu'elle revêt actuellement.

Un tel système, fondé sur la solidité et l'autorité de services d'hygiène, est préconisé par tous les maîtres de l'hygiène, par tous les techniciens. L'Académie de Médecine et le Conseil supérieur d'Hygiène ont appuyé de leur vote cette réforme. Il y a mieux : ce système n'est pas une simple vue de l'esprit, et l'exemple de l'étranger est là, riche des démonstrations pratiques de sa valeur. Celui qui a pu contempler les résultats décisifs obtenus de la sorte aux États-Unis, en Grande-Bretagne, en Italie, qui a pu constater partout où fonctionne un système de ce type un recul tangible de la mortalité, celui-là ne peut qu'appeler en France une telle réforme de toute la force de sa conviction.

Des objections cependant n'ont pas manqué d'être soulevées à l'encontre de cette réforme, mais, à les considérer de près, elles ne tiennent pas.

On a d'abord accusé ce projet de bouleverser l'Administration générale de la France. Préfets et maires ne restent-ils pas en dehors de cette organisation? Le département représente actuellement l'arche sainte à laquelle on ne saurait toucher. Cependant l'institution des services que nous préconisons, pour n'être pas calquée sur l'image administrative générale du pays, ne gênerait pas plus les autorités locales que ne le font d'autres institutions techniques; le seul avantage que ces autorités y perdraient serait de voir ces services soustraits à leur influence, laquelle du point de vue sanitaire n'est pas recommandable. D'ailleurs, pendant la guerre, un système analogue, créé par M. Justin Godart, a fonctionné à la satisfaction de tous et pour le plus grand profit de la santé publique : maires et préfets se sont félicités des services que leur rendaient les *adjoints-techniques*, alors que ceux-ci avaient cependant été institués en vue de la population militaire.

A beaucoup, il ne paraît pas désirable de créer ainsi de nouveaux fonctionnaires. Je veux bien admettre que notre situation financière ne nous permet pas le luxe de fonctionnaires inutiles; mais alors, qu'on supprime ceux-ci et qu'on y substitue des fonctionnaires indispensables, tels que les techniciens d'hygiène; sous-préfets superfétatoires, magistrats surabondants, conseillers de préfecture, que sais-je? toutes les formes désuètes du passé administratif résisteront-elles donc éternellement à la poussée du progrès et des besoins nouveaux? Dans les États modernes qui s'organisent, cette substitution de fonctionnaires a paru toute naturelle, et nous pourrions chercher des exemples en Yougo-Slavie comme en Pologne. Il n'y aurait même, sans créations nouvelles, qu'à opérer un regroupement différent des fonctionnaires actuels de l'hygiène, pour parvenir à un rendement autrement efficace.

Le recrutement de ces techniciens peut-il constituer une difficulté? En aucune façon, si leur formation est assurée par des Instituts d'Hygiène bien agencés et outillés pour l'enseignement, et leur nomination garantie par des études préalables et des stages.

Digitized by Google

Il reste une objection digne de nous arrêter, celle des dépenses qu'entraîneraient ces nouvelles organisations. Piètre argument, si l'on réfléchit qu'en faveur de la santé, il n'est jamais de dépenses trop lourdes. En face du formidable budget de l'Assistance Publique, qui pourrait être allégé de tous les frais consacrés aujourd'hui au traitement des maladies évitables, que pèseraient les dépenses destinées justement à empêcher ces maladies. D'ailleurs, une cruelle expérience ne nous enseigne-t-elle pas chaque jour que pour des dépenses inutiles, on trouve toujours de l'argent, et l'on nous objecterait le prix de la santé publique? Le capital humain rapporte assez pour mériter qu'on l'entretienne. Mon éminent ami Calmette a calculé qu'on pourrait récupérer en luttant contre la mortalité évitable une somme de vies humaines qui représente 7 milliards de francs par an!

Une dernière objection émane du corps médical lui-même: il ne verrait pas, d'un œil très sympathique la multiplication des fonctionnaires de l'hygiène. Il faut bien dire qu'un pareil état d'esprit se manifeste surtout dans certaines réunions médicales corporatives, bien plutôt que dans les entretiens personnels avec les praticiens. En fait, l'opposition des médecins tomberait devant une collaboration étroite et cordiale entre médecins et techniciens de l'hygiène. Les médecins praticiens ne peuvent évidemment se substituer à ces fonctionnaires, mais leur coopération est nécessaire et d'ailleurs aisée à réaliser. Elle repose sur deux conditions : l'esprit communautaire des médecins et l'esprit professionnel des hygiénistes; de l'association de leurs activités, animées de même désir de concourir au mieux-être de la Nation, on pourrait augurer une ère féconde en beaux résultats. Les intérêts généraux de la santé publique y gagneraient par le fait d'une meilleure application des prescriptions de l'hygiène : par exemple, la stipulation légale de la déclaration obligatoire des maladies infectieuses aujourd'hui n'est que mal ou pas appliquée. La raison en est simple : c'est que la déclaration doit être faite à l'administration, ce qui entraîne une violation du secret médical qui n'est pas, en maintes circonstances, sans graves inconvénients. Le jour où la déclaration serait faite à un médecin hygiéniste, ce scrupule et ces inconvénients ne se produiraient plus. Dans cette collaboration, le médecin praticien deviendra l'agent le plus précieux du dépistage des affections contagieuses, Mais qui pourrait mieux l'aider dans le diagnostic que les hygiénistes, dotés de leurs ressources multiples en moyens d'investigation?

Il est à peine besoin de marquer combien plus efficaces pourraient devenir les mesures prophylactiques prises par de tels services en collaboration avec les médecins. Enfin, il importe de signaler le rôle important qui peut être dévolu à l'infirmière-visiteuse, auxiliaire indispensable à la fois du médecin et des services publics d'hygiène.

Rien ne s'oppose à cette collaboration des médecins et des fonctionnaires hygiénistes; nous savons fort bien qu'elle existe déjà pratiquement en bien des endroits. C'est affaire de tact et de bonne volonté des uns et des autres.

Quant à croire que cette réforme de l'hygiène publique porterait atteinte aux intérêts professionnels des médecins, c'est là une erreur. Le désintéressement du corps médical français est hors de toute discussion. Mais il y a plus, et l'on peut avancer que le progrès de l'hygiène amènerait une transformation des mœurs, qui ne ferait qu'élargir le rôle du médecin : de guérisseur, qu'il était exclusivement, il deviendrait en plus préservateur de maladies et guide de la santé. C'est l'honneur du Médecin que de chercher toujours à élever sa profession.

C'est de morale qu'il s'agit lorsqu'on se préoccupe de santé, si le mot quelque peu épicurien de d'Holbach peut être rappelé : « La morale est la connaissance de ce que doivent nécessairement faire ou éviter des êtres intelligents qui veulent se conserver heureux et vivre en société. » On ne saurait mieux prétendre que cette partie de la médecine qu'est l'hygiène entre dans le cadre de la morale. Et ce m'est une raison de penser que notre grand Jean-Jacques ne se trompait point, qui proclamait que « l'hygiène est moins une science qu'une vertu. »

Dr Léon Bernard,

Membre de l'Académie de Médecine,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

LE DÉVELOPPEMENT COMPARÉ DU CERVEAU CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES SINGES.

Depuis que le cerveau des Singes est bien connu on commence à pouvoir mieux interpréter celui de l'homme; cependant, les progrès de notre compréhension ne dépendent pas uniquement de notre connaissance de la morphologie cérébrale des adultes mais tout autant de celle que nous acquérerons un jour du développement du cerveau dans tout le groupe des Primates.

Étant donnée la difficulté de se procurer des fœtus de Singe nous ne possédions jusqu'ici que

Digitized by Google

des données très fragmentaires sur ce sujet. C'est ainsi que nous n'avions guère, au point de vue de l'accroissement pondéral du cerveau des Singes, que les quelques chiffres fournis par Keith et au point de vue des modifications de forme de l'encéphale qu'un mémoire, fondamental il est vrai, de Manouvrier comparant l'homme et le Gorille et quelques renseignements de R. Anthony relatifs aux Anthropoïdes.

En ce qui concerne le développement des plissements les données étaient un peu plus nombreuses : pour es Singes cynomorphes, quelques détails de

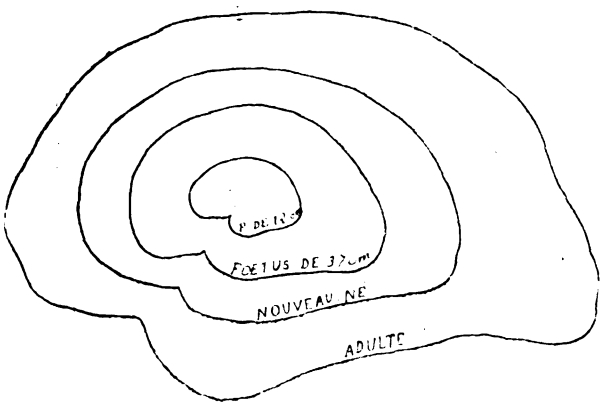


Fig. 477. — Profils de cerveaux humains de divers âges décalqués sur les photographies de G. Retzius.

Pansch et de R. Anthony sur deux fœtus de Cebus et un travail plus détaillé du second de ces auteurs sur un cerveau de fœtus de Macaque. Pour les Singes anthropoïdes nous étions mieux partagés; nous avions, en effet, les recherches de Deniker sur un fœtus de Gorille et sur un fœtus de Gibbon, celles d'Elliot Smith sur un autre fœtus de Gibbon et celles de R. Anthony sur un fœtus de Gorille, un de Chimpanzé, un de Gibbon.

Tout cela ne suffisait pourtant pas encore pour essayer de faire une synthèse du développement du cerveau chez les Singes. Des travaux personnels récents sur un fœtus de Semnopithèque aux 2/3 de la gestation et sur un Chimpanzé nouveau-né, en cours de publication, l'un aux *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, l'autre au *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris* (1), sont venus combler quelques lacunes et nous donner ainsi la possibilité de comparer l'ontogénie cérébrale des Singes à celle de l'homme.

***

Il est d'autant plus regrettable que le développement pondéral du cerveau soit mal connu chez les Singes que les chiffres relatifs à l'homme ont fourni des données extrêmement intéressantes, l'existence par exemple d'une première poussée de croissance cérébrale du 8e au 9e mois de la vie intra-utérine et d'une seconde poussée de 2 à 4 ans.

Un fait cependant semble général à tous les Primates, celui de l'abaissement du poids relatif de l'encéphale (rapport du poids de l'encéphale au poids du corps) au cours de la vie. Le cerveau d'un fœtus humain de 5 mois, par exemple, pèse le 1/5 du poids du corps, celui d'un nouveau-né le 1/7 et celui d'un adulte le 1/32 environ. Il en est de même pour les Anthropoïdes où, comme l'on sait, le poids relatif de l'encéphale chez l'adulte est beaucoup moins élevé que chez l'homme, un fœtus de Gorille correspondant à un fœtus humain de 5 à 6 mois a, par exemple, un cerveau qui pèse le 1/16 du poids du corps (Keith) alors qu'un Gorille adulte possède un cerveau qui ne pèse plus que le 1/200 du corps. A la naissance, un Chimpanzé a un poids encéphalique relatif de 1/8 (F. Coupin) qui s'abaisse progressivement jusqu'à 1/87 environ. Chez le Gibbon, ce poids relatif est de 1/4,5 chez un fœtus correspondant à un fœtus humain de 5 mois et tombe à 1/50 pour l'adulte (Keith); chez le Semnopithèque, enfin, le rapport en question est de 1/10 chez un très jeune fœtus, de 1/12 à la naissance et de 1/125 à l'âge adulte (Hulshoff Pol) (1).

Cet abaissement du poids relatif de l'encéphale qui se fait irrégulièrement et à une vitesse variable suivant les espèces semble, au surplus, être commun à tous les Mammifères.

Un autre rapport également intéressant à étudier est celui du poids du cerveau du nouveau-né au poids du cerveau de l'adulte. A la naissance, l'homme et le Chimpanzé (F. Coupin) ont un cerveau qui pèse environ le 1/4 de celui de l'adulte, tandis que le Semnopithèque nouveau-né a un cerveau qui pèse déjà la moitié du cerveau de l'adulte (Hulshoff Pol); pour les autres Singes nous manquons d'indications.

Le cerveau atteint son poids définitif à des âges différents chez l'homme et chez les Singes : très tôt après la naissance pour le Semnopithèque, à 3 ans pour le Chimpanzé, à 7 ans pour l'homme. Ces différences s'expliquent en partie par le fait que la durée de la vie est variable suivant les divers Primates, cette durée est d'ailleurs mal connue pour la plupart des Singes, surtout pour les Anthropoïdes.

(1) Voir note préliminaire : L'état du cerveau à la naissance chez le Chimpanzé. *C. R. Acad. Sciences*, mars 1925.

(1) Chiffres communiqués par M. Hulshoff Pol au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum.

Digitized by Google

***

L'acquisition de la forme définitive du cerveau se fait chez les Primates de deux manières différentes. Chez l'homme adulte les trois dimensions du cerveau présentent relativement peu de différences, l'encéphale est subsphérique, et L. Manouvrier a indiqué depuis longtemps qu'il en est ainsi pendant toute l'existence, même déjà chez le fœtus très jeune. La figure 477, faite à l'aide des documents de G. Retzius, montre nettement que les contours du cerveau restent à peu près parallèles au cours du développement. Le cerveau du Semnopithèque qui est allongé et surbaissé chez l'adulte, au lieu d'être subsphérique comme chez l'homme, ne présente également aucune modification de forme, il possède déjà aux 2/3 de la gestation une forme allongée et surbaissée (F. Coupin).

Les Anthropoïdes africains subissent, au contraire, des changements très notables de leur profil encéphalique. Le Chimpanzé est particulièrement intéressant à cet égard (fig. 478), chez le fœtus de 7 mois le cerveau est, en effet, presque subsphérique, puis il s'aplatit et s'allonge progressivement (F. Coupin), le Chimpanzé a donc à l'état fœtal une forme cérébrale plus voisine de celle de l'homme que lorsqu'il a atteint l'âge adulte. Chez le Gorille,

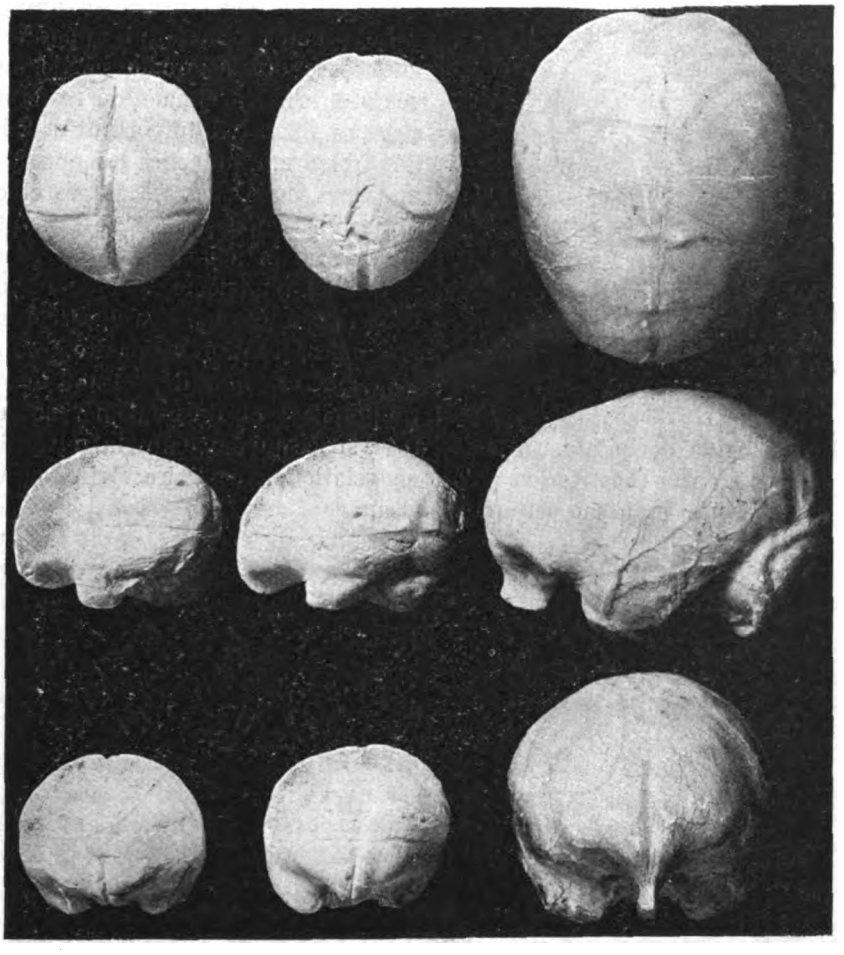


Fig. 478. — Moulages endocrâniens de Chimpanzé : à gauche fœtus de 5 à 6 mois, au milieu nouveau-né, à droite adulte (F. Coupin).

ainsi que l'avait antérieurement montré L. Manouvrier, le cerveau subit aussi un allongement notable à mesure qu'il augmente de volume. D'après mes constatations récentes il en serait de même chez les Cercopithécidés qui s'opposeraient, à cet égard, aux Semnopithèques pour se rapprocher des Anthropoïdes africains.

Il s'ajoute à ces changements dans la forme d'ensemble du cerveau quelques modifications d'importance secondaire ; c'est ainsi, par exemple, que chez le Chimpanzé (fig. 478) le bec encéphalique, prolongement cérébral s'insinuant entre les deux voûtes orbitaires, est aussi peu accusé chez le fœtus qu'il l'est chez l'homme, mais il se développe peu à peu au cours de la vie, de telle sorte que

**

Digitized by Google

l'adulte est très différent de l'homme à cet égard. On doit remarquer aussi que l'importance relative des lobes cérébraux varie également au cours du développement chez le Chimpanzé, la région prédominante est en effet chez le fœtus la région frontale et chez l'adulte la région occipitale. On sait que chez l'homme le lobe frontal constitue la plus grande partie de la surface du manteau cérébral;

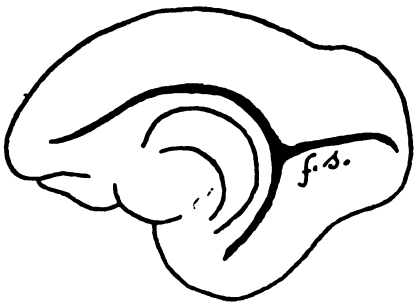


Figure 479. — Face mésiale de l'hémisphère droit d'un fœtus très jeune de Cebus (d'après R. Anthony). *f. s.* fosse striée.

***

On peut distinguer chez les Primates trois phases dans le développement de leurs plissements cérébraux. La première est identique chez tous, elle s'étend chez l'homme jusque vers la première moitié du 5e mois de la vie fœtale et est caractérisée par les phénomènes suivants.

Le premier sillon qui apparaît est la rhinale antérieure qui sépare la partie olfactive du cerveau ou rhinencéphale du reste du neopallium; c'est un sillon très important et très archaïque car il est bien marqué chez les non Primates macrosmatiques, mais chez les Singes et chez l'homme il s'effacera peu à peu et ne sera plus visible déjà bien avant la naissance.

Vers le quatrième mois de la vie intra-utérine chez l'homme, et à des âges correspondants chez les Singes, il se forme ensuite, à la face interne des hémisphères, une dépression dont les bords se rapprochent et finissent par se toucher, c'est la fosse striée qui deviendra la rétrocalcarine (fig. 479) en relation avec l'aire striée ou visuelle du cerveau.

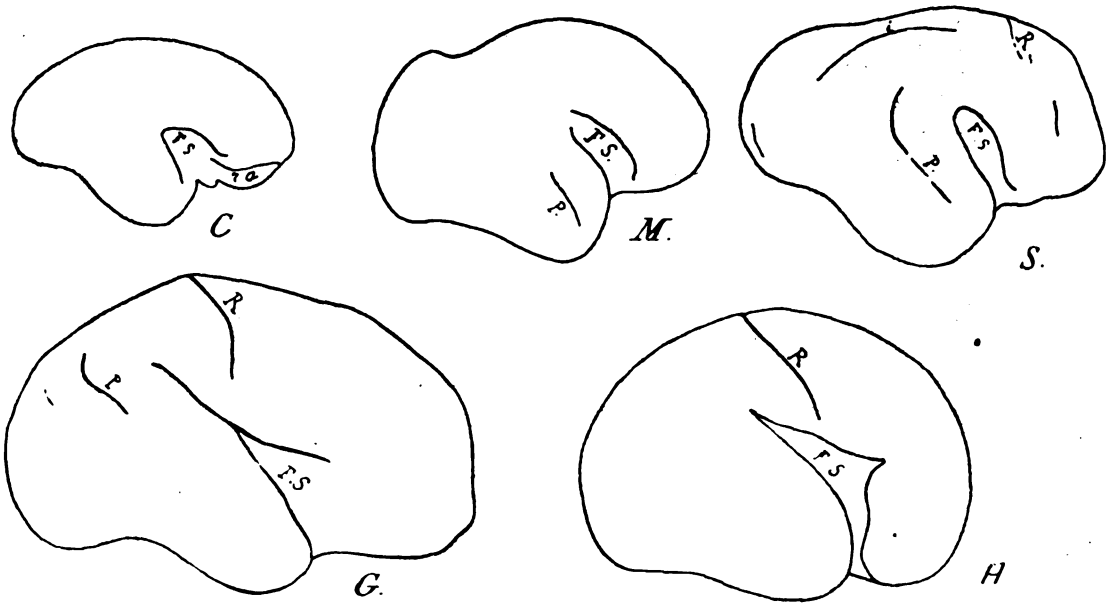


Fig. 480. — *C.* Cerveau de fœtus très jeune de Cebus (R. Anthony); *M.* cerveau de fœtus très jeune de Macaque (R. Anthony); *S.* cerveau de fœtus de Semnopithèque aux 2/3 de la gestation (F. Coupin); *G.* cerveau de fœtus de Gorille de 5 à 6 mois (Deniker); *H*, cerveau de fœtus humain de 29 cm. (G. Retzius).; *F. S.*, fosse sylvienne; *i.* intrapariétale *P.* parallèle; *R.* sillon de Rolando ou central; *r. a.* rhinal; antérieure.

à cet égard encore, l'Anthropoïde à l'état jeune serait donc plus près de l'homme qu'à l'état adulte.

Toutes ces variations d'ensemble et de détails semblent jouer un rôle, comme nous allons le voir, dans l'ordre d'apparition des sillons cérébraux.

Assez tôt après l'apparition de ce plissement de la face mésiale une dépression de la face externe commence à se montrer, c'est la fosse sylvienne (fig. 480) qui se fermera peu à peu, comme la fosse striée, jusqu'à rendre invisible une partie de la

Digitized by Google

face externe du manteau ; la trace de cette fermeture constituera chez l'adulte la scissure de Sylvius, qu'il vaudrait mieux appeler, avec R. Anthony, le complexe sylvien, car elle est en réalité l'entrée d'une région operculisée couverte elle-même de plissements (insula et gyri de Heschl).

Pendant la deuxième phase, qui s'étend chez l'homme de la deuxième moitié du cinquième mois de la vie intra-utérine à la naissance, il existe des différences importantes dans l'ordre d'apparition des sillons suivant l'animal que l'on envisage, différences qui me semblent liées aux variations que subit au cours du développement la forme d'ensemble de l'encéphale. Dans les cerveaux allongés, tels ceux du Macaque et du Semnopithèque, c'est, en effet, le sillon parallèle, sillon d'ailleurs archaïque correspondant à la postsylvia des non Primates, qui se forme aussitôt après la fosse sylvienne. Dans le cerveau subsphérique de l'homme c'est au contraire un sillon radiaire, sillon de Rolando ou sillon central, qui précède le parallèle. Chez le Gorille et le Chimpanzé (fig. 480) dont le cerveau d'abord subsphérique s'allonge par la suite, le sillon de Rolando et le parallèle doivent se former à peu près simultanément; nous manquons, pour ce groupe, de cerveaux de fœtus assez jeunes pour pouvoir donner une précision complète à cet égard; cependant d'après la profondeur des sillons qui nous renseigne assez bien sur leur ordre d'apparition, c'est le sillon de Rolando qui paraît se creuser le premier. En somme, chez les Primates, un cerveau allongé se plisserait d'abord longitudinalement comme le fait un cerveau de non Primate, tandis qu'un cerveau subsphérique se plisserait, abstraction faite de la fosse sylvienne dont les limites représentent d'ailleurs les plissements les plus archaïques de tout le manteau (suprasylvia et presylvia), d'abord radiairement.

Il est moins intéressant de suivre la succession des autres plissements dans tous ses détails; bornons-nous à dire qu'à la naissance, aussi bien chez les Singes que chez l'homme, le cerveau a presque tous les sillons qu'il possédera à l'âge adulte. Dans la figure 481 sont représentés des cerveaux de nouveau-nés de Macaque, de Chimpanzé et d'homme, ce dernier est sans doute beaucoup plus plissé que celui du Chimpanzé qui l'est lui-même plus que celui du Macaque, mais chacun d'entre eux est sensiblement identique au cerveau de l'adulte correspondant.

On ne verra apparaître dans la troisième phase, qui s'étend de la naissance à l'âge adulte, que des sillons secondaires de complication entre les sillons principaux. Dans un même groupe le nombre de ces sillons est d'ailleurs variable et en rapport surtout avec le volume encéphalique, un gros cerveau, celui d'un Cynocéphale par exemple, étant toujours plus plissé qu'un plus petit cerveau d'une forme voisine, comme celui d'un Macaque ou d'un Cercopithèque.

Au point de vue des plissements du cerveau, les Singes et l'homme naissent donc à un état très avancé, presque adulte. Il en est de même chez les Ongulés ; un cheval, un bœuf, une antilope

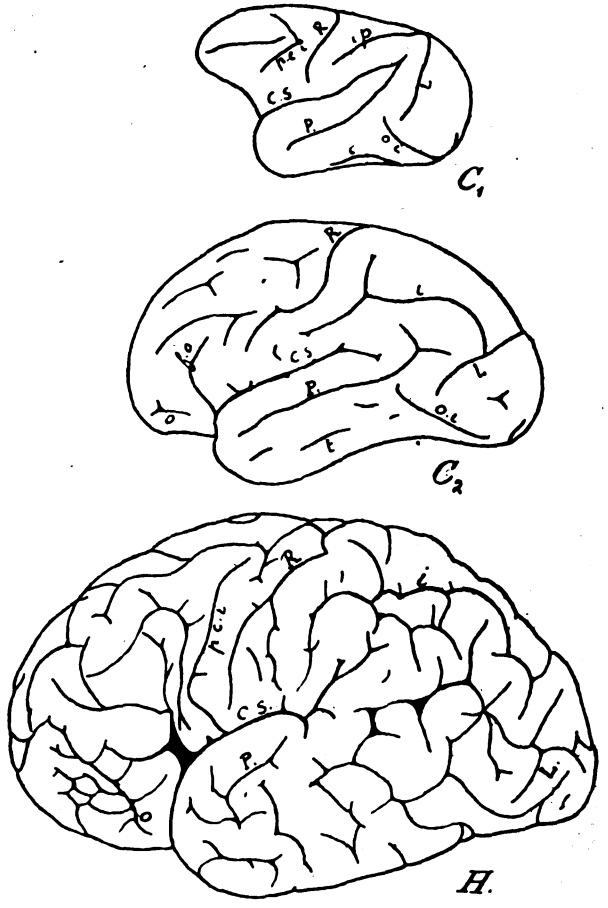


Fig 481 — C_1 cerveau de Cercopithèque de quelques jours (F. Coupin); C_2 cerveau de Chimpanzé nouveau-né (F. Coupin); *H.* cerveau de fœtus humain à terme (G. Retzius).

c. collatéral; *C. S.* complexe sylvien; *i.* intrapariétal; *f. o.* fronto-orbitaire; *L.* lunatus; *o.* orbitaire; *o. i.* occipital inférieur; *P.* parallèle; *p. c. i.* précentral inférieur; *t,* temporal.

ont à la naissance un cerveau à peu près aussi plissé qu'à l'âge adulte, mais cela n'est pas une règle commune à tous les Mammifères. On constate, en effet, que chez les Carnassiers, le cerveau du nouveau-né présente un beaucoup moins grand nombre de plissements que le cerveau de l'adulte, il est même à peu près lisse chez les Ours.

***

En résumé, les Primates, y compris l'homme, constituent au point de vue du développement du

Digitized by Google

cerveau un groupe très homogène; chez tous en effet le cerveau atteint son poids définitif à un certain âge après la naissance, âge qui varie directement avec la durée probable de la vie; chez tous, les sillons qui se forment d'abord sont ceux qu'on est amené, par comparaison avec les non Primates, à considérer comme archaïques et fondamentaux; chez tous enfin le cerveau du nouveau-né a déjà presque tous les plissements du cerveau de l'adulte.

Les quelques différences qu'on observe entre eux sont la conséquence du mode d'accroissement différent de leur cerveau qui résulte lui-même du volume maximum auquel il doit parvenir. Chez les Singes cynomorphes le cerveau est toujours allongé et sa croissance se fait surtout dans la région occipitale, aussi est-ce un sillon archaïque et longitudinal, le parallèle qui se forme dès après la fosse sylvienne. Chez l'homme, où le cerveau atteint un volume plus considérable, sa croissance se fait surtout dans les régions qui semblent liées au développement de l'intelligence, c'est-à-dire les régions frontales qu'on considère comme des régions surtout associatives, le cerveau devient alors subsphérique, aussi est-ce un sillon d'importance phylogénique secondaire, radiaire, le sillon de Rolando, qui suit immédiatement l'apparition de la fosse sylvienne. Les anthropoïdes qui sont au point de vue de la forme de leur cerveau intermédiaires aux Singes cynomorphes et à l'homme, le sont aussi dans l'ordre d'apparition de leurs sillons cérébraux.

Il faudra encore bien des études et bien des occasions favorables avant de connaître comme il faudrait qu'il soit connu le développement comparé du cerveau des Primates, la synthèse que je viens de tenter et l'exposé des conséquences qu'elle implique inciteront peut-être à apporter des documents nouveaux qui viendront alors la compléter et l'éclaircir.

F. Coupin,
Docteur ès-sciences,
Préparateur au Muséum.

REVUE AGRONOMIQUE

CULTURE ET EXPLOITATION DU NOYER

La Noix de Grenoble

Le noyer occupe une place à part au milieu des autres arbres fruitiers. Sa grande taille fait de lui presque un arbre forestier : il existe d'ailleurs dans le monde des forêts où le noyer abonde.

Son fruit, du moins celui de certaines variétés, est très apprécié et parmi les noyers de France on trouve des arbres dont la récolte est la plus recherchée du monde entier : ce sont ceux du Dauphiné qui donnent la Noix de Grenoble dont nous verrons plus spécialement les caractères, la culture, le commerce, l'importante exportation aux États-Unis. Ce sont en effet les Américains qui sont les plus grands consommateurs de ce fruit, et ils développent la plantation du noyer sur d'immenses surfaces en Californie. Mais le grand cru de noix reste encore en France et, malgré la production considérable de la Californie, les États-Unis sont le principal client des producteurs français.

***

Le noyer cultivé pour son fruit est le *Juglans regia* L. Le genre *Juglans*, de *Jovis glans*, gland de Jupiter, a été créé par Linné, il est le type de la famille des Juglandacées.

Connu de toute antiquité, indiqué par un grand nombre de botanistes comme originaire de la Perse, le noyer figure parmi les arbres découverts dans les tameuses couches du crétacé d'Atane, de la montagne d'Atenekerdluk, qui s'élève à 325 mètres d'altitude sur la côte ouest du Groenland, en face de l'Ile de Disko, par 70° de latitude nord. Dans ces couches il voisine avec Quercus Populus, Ficus, Platanus, Laurus, Cinnamomum Magnolia, Sapindus, Rhamnus, Aralia, etc. D'après Oswald Herr, rapporte M. Hang, cette flore serait cénomanienne.

A côté du noyer cultivé *J. regia*, on doit citer quelques espèces qui présentent ou pourront présenter dans l'avenir un intérêt économique.

Juglans fraxinifolius, Noyer à feuilles de frêne, serait originaire de l'Asie.

J. Cinerea, Noyer originaire d'Amérique, utilisé comme porte-greffe.

J. Nigra, Noyer noir d'Amérique, à fruit noir, très dur, résistant bien dans les sols humides, où *J. regia* ne résiste pas à la pourriture. Nous verrons l'utilisation du *J. nigra* comme porte-greffes.

J. Torreyi, originaire du Nord du Mexique. Utilisé aussi comme porte-greffes.

J. olivæformis, Mich. Pacanier, pacan, à feuilles à treize folioles. Bords de l'Ohio et du Mississipi.

J. Amara, Noyer à fruit amer, qui croît dans les lieux humides.

J. Cordiformis, du Japon.

J. Mandshurica, Noyer à fruit dur, dont l'albumen est trop réduit pour être comestible. Mandchourie.

J. Duclouxiana, du Yunnam.

J. Sagillata, également du Yunnam.

Dans l'espèce *J. regia*, on distingue quelques

Digitized by Google

variétés culturales que nous citerons au cours de cette note.

Les quelques renseignements ci-dessus n'ont aucune prétention à classifier les espèces du genre ; il faut espérer que ce genre important donnera lieu un jour, de la part des botanistes, à une étude spéciale assez complète, l'importance de cet arbre, son rôle dans la vie du monde, la justifieraient largement.

***

Le noyer est très répandu, son aire de dispersion est immense ; en Europe, les noyers sont exploités en France, en Espagne, en Italie, (où la noix de Sorrente est très appréciée et exportée en grande quantité aux États-Unis) en Roumanie, en Grèce, où une ville porte le nom de Carya, de κάρυα, noyer.

En Asie, le noyer est répandu en Asie Mineure, en Perse, où il existe une belle variété à coque tendre, dans l'Inde, la Chine Méridionale. Dans la Mandchourie, on trouve le *Juglans Mandshurica* dont le fruit n'est pas assez développé pour être utilisable dans l'alimentation.

En Afrique, il existe de nombreux noyers dans l'Atlas Marocain ; leurs fruits sont de bonne qualité à en juger par les échantillons que les indigènes amènent sur le marché de Marrakech, notamment. Une petite exportation de noix du Maroc prend de l'extension.

En Amérique, les États-Unis, les plus grands consommateurs de noix, ont établi des plantations en Californie, dont nous aurons l'occasion de parler plus loin : leur production est considérable. En dehors du noyer à fruit comestible appartenant au genre *Juglans*, les États-Unis ont des noyers du genre *Carya* qui donne le bois de hickory, si précieux par son extrême souplesse.

Le noyer en France. — Répandu dans toutes nos provinces françaises, ses fruits ne sont exploités, d'une façon sérieuse, que dans deux ou trois régions, mais le noyer de France est également précieux par son bois que l'étranger vient acheter, en grande quantité, pour la fabrication des hélices d'aéroplanes et des crosses de fusils. Le noyer de France était signalé tout récemment par une Chambre de Commerce comme indispensable pour l'aviation, et elle réclamait l'interdiction de son exportation. C'est donc, parmi nos arbres, un de ceux qui ont le plus d'utilisations : nous les passerons en revue.

Dans les statistiques du Ministère de l'Agriculture, presque tous les départements figurent avec une production de noix notable, mais certains cependant semblent presque dépourvus de noyers comme les Côtes-du-Nord, le Calvados, l'Oise, l'Orne, la Loire-Inférieure, le Gers, la Meurthe-et-Moselle, le Doubs.

En France, la zone où le noyer est abondant ne s'élève guère au-dessus de la Loire ; elle est aussi répartie en intensité sur les versants exposés à l'Ouest, remarque importante, car le noyer, comme nous le verrons, aime les régions humides.

Les départements qui produisent le plus de noix, sont :

Dordogne	plus	de	100.000	quintaux	par an.
Isère	—	—	50.000	—	—
Corrèze	—	—	50.000	—	—

Ensuite on peut citer : le Lot, le Vaucluse, la Drôme, le Puy-de-Dôme, l'Aveyron, la Charente, la Vienne. Enfin les départements suivants ont encore une production notable, 5.000 quintaux et plus : Charente-Inférieure, Savoie, Deux-Sèvres, Allier.

D'après les statistiques annuelles du Ministère de l'Agriculture, la production des noix en France

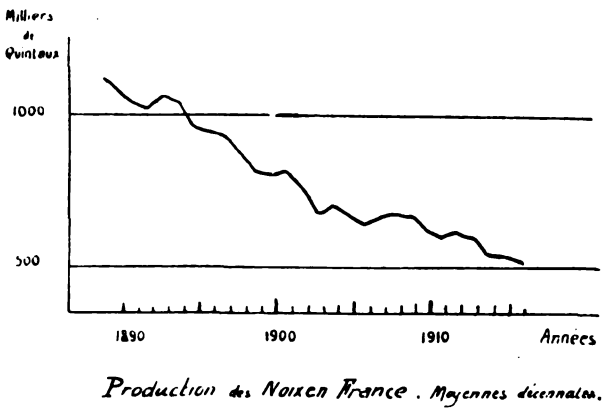


Fig. 482. — Production des noix en France. Moyennes décennales.

est en décroissance marquée ; le graphique des moyennes décennales calculées chaque année est frappant à cet égard, et dispense de citer des nombres dont la précision est inutile et illusoire.

Mais après avoir constaté la diminution du poids de noix récolté en France, il faut se hâter de dire que la production des noix de grande qualité, des variétés de noix les plus recherchées, est au contraire en très bonne voie d'accroissement. Dans l'Isère, notamment, où les plantations se font régulièrement, le noyer envahit des terrains autrefois occupés par la vigne et par des prairies. Les noyers qui disparaissent sont ceux dont les fruits ont une faible valeur marchande ; de même les noyers morts ou dépérissants, victimes notamment d'une grave maladie cryptogamique, sont abattus et leur bois est une source importante de

Digitized by Google

revenu. Mais les propriétaires ne détruisent que très exceptionnellement leurs noyers pour faire argent de ce bois recherché. En effet, un noyer, des variétés les plus estimées, donne chaque année une récolte dont le prix est supérieur dans la plupart des cas, au prix que l'on tirerait du bois d'œuvre en abattant l'arbre. Il n'y a donc pas à craindre de destruction volontaire des noyers. C'est peut-être même une crise de surproduction qui se prépare, à en juger par l'engouement qui se manifeste de tous côtés pour la plantation et le greffage du noyer.

La noix de Grenoble. — Pour terminer cet aperçu sur le noyer en France, précisons la zone de production des noix de Grenoble qui, sur le marché mondial et spécialement aux États-Unis, tiennent une place tout à fait à part. La culture du noyer dans l'Isère nous servira d'exemple.

La noix de Grenoble est produite dans le département de l'Isère, sur le territoire d'un petit nombre

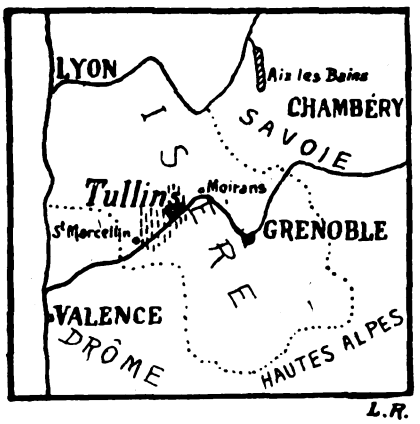


Fig. 483. — Zone productrice de la noix de Grenoble.

de communes de l'arrondissement de Saint-Marcellin. Seules, les noix provenant des arbres greffés par l'une des variétés Mayette, Franquette, Parisienne, ont droit à l'appellation de noix de Grenoble. Il existe, en effet, entre ces trois variétés et les autres, une différence considérable : nous en préciserons plus loin les principaux caractères. Les figures 483 et 484 indiquent la zone à noix de Grenoble, zone qui n'a d'ailleurs été encore l'objet d'aucune délimitation officielle précise. Sur la carte (fig. 484) au 320.000e indiquant les principales communes productrices, on peut remarquer que la zone où est cantonnée cette production est située au nord-ouest de la haute falaise calcaire du Vercors, falaise qui s'élève à 1500-1600 mètres d'altitude au-dessus de la vallée à fond plat de l'Isère, située à 200 mètres d'altitude environ. Les noyers sont répartis sur les pentes de la montagne calcaire d'une part (rive gauche de l'Isère), et, de l'autre, sur des collines de molasse miocène et de poudingue, où le calcaire est en proportion notable, ainsi que sur des terrasses glaciaires, c'est-à-dire sur des sols presque dépourvus de chaux. La variété des sols sur lesquels le noyer prospère,

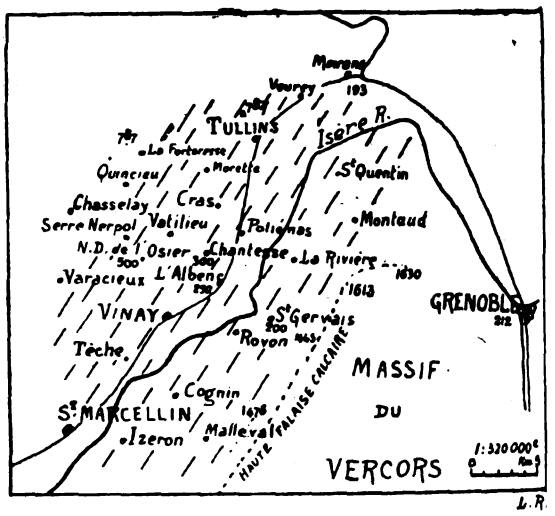


Fig. 484. — Principales communes productrices de la noix de Grenoble

laisse penser que c'est plutôt le climat, la grande humidité due à la situation topographique signalée plus haut, ainsi que la rareté des vents froids de l'Est, qui ont contribué à faire de cette très petite zone un emplacement de choix pour le noyer. Cet arbre prospère bien depuis la vallée de l'Isère, à 200 mètres d'altitude, toutefois, il n'y en a pas dans le fond même de la large vallée de l'Isère, jusque vers 600 mètres environ : il existe en effet, des plantations de noyer à cette altitude et elles sont encore d'un bon rapport ; l'arbre vit d'ailleurs très bien jusqu'un peu au delà de 1.000 mètres. Les gelées tardives du printemps lui sont nuisibles ; c'est pourquoi, sur les pentes des coteaux on le trouve le plus souvent au Midi, le Nord étant occupé par des taillis divers (châtaignier sur les sols sableux, chêne sur les sols calcaires). Dans les bas-fonds trop humides ou marécageux, nombreux dans cette région, on ne le rencontre que rarement : d'une part ses racines redoutent une trop grande humidité — un plan d'eau trop près du sol — de l'autre les gelées peuvent nuire à la fructification.

Les variétés de noix les plus estimées (fig. 485), sont : en première ligne la *Mayette*. Elle tirerait son nom d'un cultivateur nommé Mayet, de Poliénas, commune située dans la zone qui nous occupe,

Digitized by Google

qui aurait découvert et propagé cette précieuse variété.

La noix mayette est parmi les plus grosses noix. Il existe une variété, la noix bijou donnée par *Juglans regia maxima* qui est de taille beaucoup plus grosse que la mayette mais qui n'offre pas d'intérêt pour la consommation.

La *mayette* est reconnaissable à sa forme, légèrement aplatie autour du hile; cette noix peut être posée debout sur une table, c'est-à-dire la pointe dirigée vers le haut. La plupart des autres variétés ne présente pas cet aplatissement. La forme du *cerneau*, c'est-à-dire de l'amande interne, est aussi capable de la distinguer, la coque est tendre; le goût est tout à fait fin et cette noix rancit moins vite que les autres variétés. On ne peut la propager que par le greffage.

On ne saurait trop recommander aux personnes qui veulent planter des noyers pour en recueillir des fruits de qualité, de greffer la variété mayette toutes les fois que cela est possible; elle prospère dans les sols caillouteux, profonds et riches, mais nous verrons que dans les sols sablo-argileux une autre variété, la *Franquette*, se développe mieux.

La *Franquette* est une variété de noix plus allongée que la Mayette, elle a la coque beaucoup plus dure. Le goût est fin, également, et quoique au deuxième rang à ce point de vue, son prix, en certaines années, atteint celui de la mayette, car elle est quelquefois mieux remplie.

La *Parisienne* est de forme un peu plus globuleuse que les précédentes, les valves plus bombées, la coque mince; cette noix est souvent d'une grosseur supérieure à celle des deux premières variétés, mais comme qualité organoleptique, elle vient au troisième rang.

Une quatrième variété qui existe dans le Dauphiné, mais n'a pas droit à l'appellation « noix de Grenoble » est la variété *Chaberte*, noix beaucoup plus petite que les précédentes, beaucoup moins appréciée pour la consommation de table, mais donnant une huile estimée; elle fait aussi l'objet d'un important commerce de cerneaux.

La *Noix de Perse* (fig. 486) et la *Juglans nigra* sont des variétés peu connues.

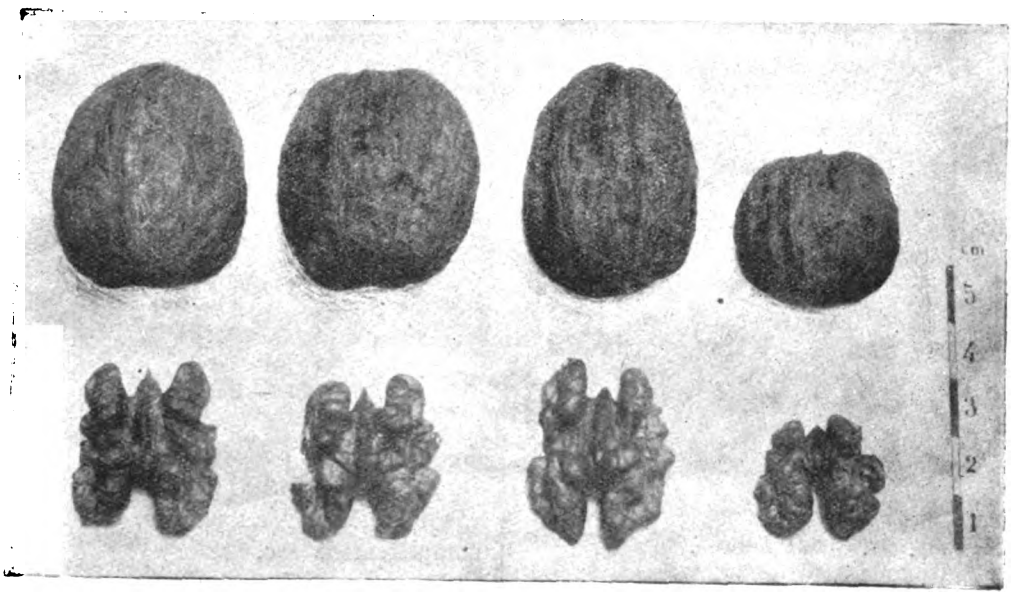


Fig. 485. — Noix du Dauphiné. De gauche à droite : Mayette, Parisienne, Franquette, Chaberte.

Culture du noyer

Pépinières, plantation, greffage. — Le noyer est reproduit par semis en pépinières où on le laisse jusqu'à l'âge de huit à dix ans environ; il est recommandé de le transplanter une fois au moins en pépinière à cinq ou six ans. Il peut être greffé en pépinière ou après mise en place : si on le greffe en place, il est préférable de ne procéder à cette opération que l'année qui suit la plantation. Mais, de l'avis de M. Bernard, le regretté professeur d'agriculture de l'Isère qui était spécialisé dans l'étude du noyer, on doit procéder à la plantation de noyers greffés en pépinière parce que ces noyers sont mieux surveillés après le greffage que ceux qui sont déjà en place. Quoi qu'il en soit, l'arbre de la pépinière est arraché avec le soin désirable et planté, en évitant d'enterrer le collet, dans un terreau riche et abondamment fumé, aussitôt. La plantation doit toujours être faite après avoir défoncé le sol sur un mètre de profondeur et 1 m. 50 ou même deux mètres de diamètre. Il est très

Digitized by Google

important que le noyer ait ainsi, autour de ses racines, un grand cube de terre ameublie.

On peut signaler ici un mode de plantation adopté depuis quelques années seulement et qui n'a peut-être pas encore fait suffisamment ses preuves pour être recommandé. Il consiste à mettre

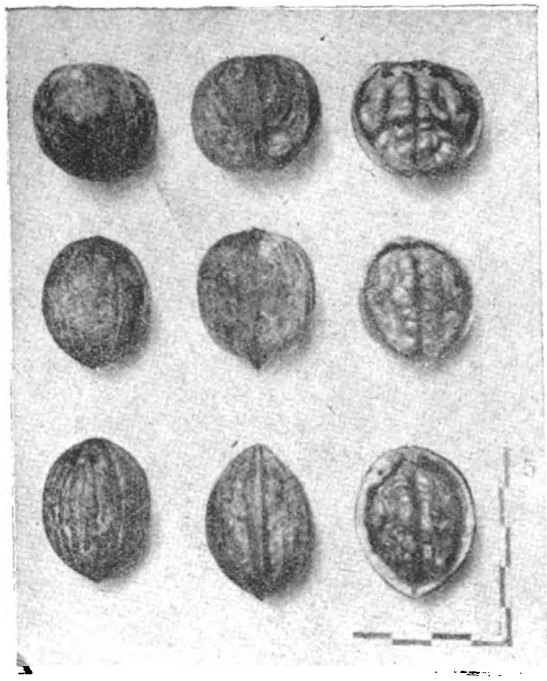


Fig. 486. — Noix de Perse.

en place une noix, à laisser grandir l'arbre que l'on greffe, sans avoir à faire une transplantation.

Enfin comme porte-greffe on peut employer le *Juglans nigra* dans les sols trop humides, mais le greffage réussit moins bien et la longévité est bien plus faible que celle des arbres greffés sur *Juglans regia.*

Le greffage se fait en fente : les autres procédés sont à peu près abandonnés.

Signalons ici l'intérêt que présenterait la création d'hybrides porte-greffe de *Juglans regia* et de *J. nigra.* Les greffons sont choisis sur des sujets jeunes, greffés depuis peu de temps (un an ou deux), très vigoureux et sains. En général, on coupe d'avance les greffons, et on les met, stratifiés, dans du sable frais, la tête en bas, en attendant leur emploi.

Bornons ici les indications relatives à la plantation et au greffage, voyons comment on crée une « noyeraie » de rapport.

Le sol convenant au noyer ne peut guère être décrit d'une façon spéciale : les terres assez calcaires lui conviennent comme les terres dépourvues de chaux, à peu près totalement; les sols profonds et perméables semblent avoir sa préférence; il dépérit rapidement si l'eau est trop près de la surface, dans le sous-sol, toutefois il aime, en été, aller chercher les courants d'eau de la profondeur, car il craint les périodes de sécheresse, lorsqu'elles sont trop longues. C'est ainsi que dans la Californie, où les plantations ont une très grande extension et où la sécheresse est intense pendant plus de deux mois, on est forcé de recourir à l'irrigation

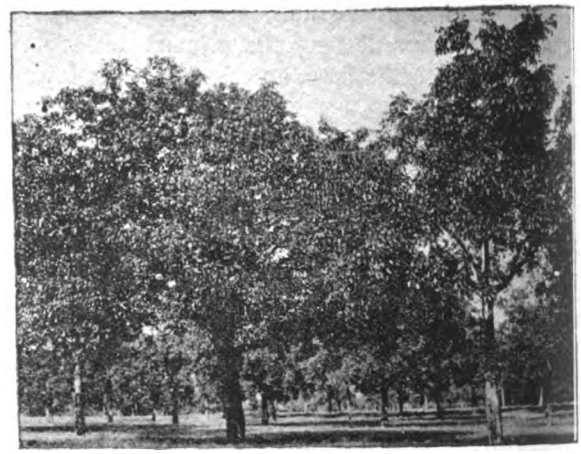


Fig. 487. — Une noyeraie dans l'Isère.

des noyeraies pour obtenir de bons résultats. Dans le Dauphiné, le noyer reçoit des pluies, environ un mètre d'eau par an, et aucun mois n'est complètement sec.

En somme, il faut au noyer un sol frais, une région fraîche, un climat humide.

Les sols de terrasses d'alluvions glaciaires sont ceux où il est le plus développé, dans la noyeraie de l'Isère.

La richesse chimique du sol est à considérer, les sols bien pourvus en potasse sont à recommander. Mais ce que le noyer exige et exigera toute sa vie ce sont des fumures de fonds et des fumures annuelles abondantes au fumier de ferme et aux engrais chimiques.

Voici, d'après Bernard, les exigences du noyer, en principes fertilisants, par hectare :

	Az	P^2O^5	K^2O	CaO
Noix :				
66 k. par arbre 4.620 k. par hect. comptant 70 arbres	55 k. 44	15 k. 246	16 k. 63	4 k. 62
Feuilles : 50 k. par arbre, 3.900 k. à l'hectare	23 k. 80	8 k. 16	26 k .69	68 k.
Bois : 2.380 kilogrammes	7 k. 973	1 k. 547	3 k. 927	15 k. 47
Tot. en chif. ronds.	88 k.	25 k.	48 k.	89 k.

On peut noter que les feuilles font retour au sol,

Digitized by Google

donc la quantité de principes fertilisants nécessaires chaque année est réduite d'autant.

Une fumure au fumier de ferme est appliquée avant le labour d'hiver, on y ajoute des scories de déphosphoration (en terrain frais) ou du superphosphate, des sels de potasse également.

Une remarque s'impose : le fumier de ferme ne doit pas être préconisé, et même d'après M. Bernard, il devrait être prohibé. Il favorise trop le développement d'un parasite redoutable, un champignon, l'Agaric de miel *(Armillaria mellea)* qui cause de grands ravages dans les vieilles plantations. Il est évident que si l'on supprime le fumier, les doses d'engrais chimiques appliquées doivent être augmentées en proportion.

La distance à observer dans les plantations est importante à fixer.

Si l'on veut faire une plantation neuve et jouir le plus tôt possible d'un gros revenu, il est clair qu'il faut planter serré, quitte à supprimer quelques arbres ensuite. On peut même pratiquer cette suppression graduellement en élaguant de plus en plus les arbres destinés à disparaître, à mesure que ceux qui sont à conserver projettent leur ramure ; on n'éprouve pas ainsi la perte que produirait une suppression brutale d'un arbre sur deux, par exemple. En Californie, on pratique aussi beaucoup la plantation à l'écartement définitif. Mais on garnit les intervalles par des arbres fruitiers qui ont terminé à peu près leur production lorsque les noyers prennent leur complet développement.

Notons ici que ce n'est guère qu'à partir de vingt ans qu'un noyer produit une quantité appréciable de noix.

Quel est l'espacement à recommander? Dix, quinze, vingt mètres, même davantage sont des espacements adoptés suivant les plantations. Il semble bon de créer des lignes assez espacées, par exemple vingt mètres, sur lesquelles les noyers doivent être un peu plus serrés, par exemple à quinze mètres les uns des autres.

L'entretien des noyeraies se pratique généralement ainsi :

Un labour d'hiver avec l'apport des engrais, puis, au printemps et en été, plusieurs passages de houe, de herse canadienne et de herse ordinaire, afin de maintenir le sol meuble, aéré et propre. Pendant les premières années (20, 30 ans, quelquefois plus) le sol peut être utilisé pour des cultures diverses, mais on doit éviter les plantes épuisantes (avoine) et celles qui absorbent trop d'eau (luzerne). Il n'y a pas de taille à faire subir aux arbres, sauf de temps en temps un élagage pour enlever les branches trop serrées, surtout les branches mortes ou dépérissantes, et ainsi mieux utiliser la sève de la prochaine saison.

On doit s'attacher aussi autant que possible à enlever la mousse sur le tronc et les branches principales, sur la fourche où l'accumulation de la mousse permet la stagnation de l'eau, le développement de graines diverses, de spores de champignons, d'où il résulte une pourriture de l'écorce puis du bois. Or le bois de noyer a une valeur trop considérable pour être négligé ; il est donc important d'éviter que les troncs des vieux noyers ne « se creusent ». Les mousses et lichens ont de plus le grave inconvénient d'abriter des insectes nuisibles et nous verrons qu'il y en a.

Supposons notre noyeraie en âge d'être exploitée. Le sol aura été débarrassé des récoltes intercalaires que l'on avait pu faire, puis nettoyé, hersé avec soin. Nous sommes à la fin de septembre, les premières noix tombent : ce sont des noix mal développées ou véreuses. Quelques jours après, le plus souvent à la suite d'une pluie, une importante chute de noix se produit ; la noix mûre tombe, débarrassée du brou, c'est-à-dire de l'écalle. Il faut commencer la récolte, travail long, pénible, donc coûteux, pour lequel on n'entrevoit encore aucune solution mécanique.

Le ramassage des fruits mûrs tombant naturellement sur le sol est fait par des équipes d'ouvriers ou d'ouvrières qui suivent en rang toute la longueur d'une ligne d'arbres. Les noix sont jetées, par chaque ramasseur, dans un panier plat à anse, fait de lanières de bois de châtaignier tressées. Une seule personne peut ramasser, selon son agilité et surtout suivant l'abondance des fruits sur le sol, une quantité de noix très variable : pour fixer les idées, un hectolitre à l'heure, donnant en moyenne 33 kilos de noix sèches.

Lorsque les noix tardent à tomber d'elles-mêmes, et c'est ce qui arrive lorsqu'il ne se produit pas de pluies au moment de la maturité, on est obligé de recourir au gaulage. Dans cette opération, un homme monté sur une haute échelle ou même, aventuré sur les branches de l'arbre, frappe à l'aide d'une gaule en châtaignier les extrémités des branches fructifères : les noix tombent ainsi sur le sol, au gré du gauleur, et toutes en même temps, c'est la raison pour laquelle bien des propriétaires préfèrent gauler leurs arbres plutôt que d'attendre la chute naturelle des fruits. Mais comme les ouvriers gauleurs habiles sont rares et très chers, on ne recourt en général au gaulage que pour faire tomber les derniers fruits qui ne se sont pas détachés naturellement. Beaucoup des fruits gaulés de bonne heure tombent enrobés dans leur coque verte ou écalle. Il suffit en général aux ramasseurs de les rouler légèrement sous le pied pour détacher cette écalle verte déjà fendue et prête à s'entr'ouvrir d'elle-même.

Digitized by Google

On ne peut parler du gaulage des noix sans insister sur les dangers de cette opération. Chaque année un certain nombre de chutes mortelles sont à déplorer et il est logique de recourir à cette opération le moins possible. S'il fallait même une raison économique à cette restriction du gaulage on pourrait ajouter que les coups portés à l'extrémité des rameaux détruisent des jeunes pousses, fructifères l'année suivante.

(A suivre.)

Laurent RIGOTARD,
Ingénieur agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Spectres de rayons gamma des substances radioactives. — « Les rayonnements spontanément émis au cours des désintégrations radioactives prennent actuellement une importance de premier plan : provenant de la région la plus interne de l'atome, le noyau, ils sont les seuls moyens d'investigation que nous possédions de ce domaine nucléaire encore mystérieux, véritable « raison d'être » de la matière et de ses propriétés.

« Il ne semble pas exagéré d'attendre principalement d'une nouvelle venue, encore chétive, la « spectrographie des rayons γ », des révélations sur la structure nucléaire aussi remarquables que celles, si généreusement dispensées pour les régions les plus externes de l'atome, par son aînée, la spectrographie des rayons Röntgen. »

Ainsi s'exprime M. Jean Thibaud, tout au début de l'étude qu'il a consacrée à la spectrographie des rayons γ. (*Thèse*, Paris, 1925)

Les « spectres γ caractéristiques » des divers éléments radioactifs sont formés d'un certain nombre de radiations monochromatiques. On peut représenter ces radiations soit par leur longueur d'onde λ, soit par la chute de potentiel V que devrait éprouver un électron de charge e pour posséder une énergie égale au quantum hf de la radiation considérée ($Ve = hf$).

M. Thibaud a étudié les spectres des rayons γ émis par diverses substances radioactives. Rutherford et Andrade, utilisant pour ce même objet la diffraction cristalline, n'avaient pu dépasser, par suite de la petitesse des angles sélectifs pour de tels rayons, un quantum correspondant à 170.000 volts. M. Thibaud a utilisé, pour l'étude systématique des rayonnements γ, l'émission électronique secondaire qu'ils provoquent comme toute lumière, dans les éléments qu'ils rencontrent. Ce phénomène « photoélectrique » suit très exactement, dans le cas des rayons X, la loi de Planck-Einstein : l'énergie $\frac{1}{2} mv^2$ de l'électron expulsé est égale au quantum hf transporté par la radiation excitatrice, diminué de l'énergie ε nécessaire à l'extraction de l'électron hors de l'atome :

$$\frac{1}{2} mv^2 = hf - \varepsilon$$

La méthode générale d'étude des spectres γ consiste à placer au contact d'un mince tube renfermant la substance active à étudier divers « radiateurs », sous forme de minces lames métalliques, de tubes ou d'agglomérés. Le faisceau d'électrons secondaires émis par ces radiateurs sous l'action du rayonnement λ, après délimitation par une fente réglable, est courbé dans un champ magnétique uniforme et vient se concentrer dans le plan focal de l'appareil où se trouve la plaque photographique d'enregistrement. L'ensemble est maintenu dans un bon vide. La mesure du rayon de courbure R des trajectoires et du champ magnétique H permet de calculer l'énergie cinétique $\frac{1}{2} mv^2$ des divers groupes d'électrons expulsés.

M. Thibaud a étudié par cette méthode les spectres des rayons γ du radium, du mésothorium et du radiothorium. De cette étude on peut dégager un certain nombre de conclusions générales :

1° L'identité entre les spectres β naturels émis par le Ra B, le Ra C', le Th B, et les spectres β excités dans les éléments isotopes de ces corps par un faisceau externe des rayons γ conduisent à penser que les rayons β naturels de ces éléments sont d'origine secondaire et résultent de l'action photoélectrique des rayons γ sur les couches électroniques des atomes en désintégration.

2° Il semble exister une dépendance entre la « vie moyenne » d'un radioélément et la pénétration de son rayonnement γ. Le Ra C., à vie plus brève que le Ra B, émet des rayons nettement plus pénétrants que ce dernier. Dans la famille du thorium, on rencontre successivement, dans le sens des durées croissantes de leurs « vies » : Th C'', MTh_2, Th B, Rd Th. Les éléments se classent dans le même ordre si on envisage le sens dans lequel décroissent les pouvoirs de pénétration des rayons γ qu'ils émettent. **A. Bc.**

Chimie Physique

Les différents types de liaisons chimiques. — Les recherches de Sir William Bragg sur l'analyse cristalline l'ont amené à distinguer trois différents types de liaisons chimiques, selon la distribution des électrons appartenant aux atomes intéressés. Nous exposerons ici sa manière de voir.

On admet actuellement que tout atome se compose d'un noyau central positif entouré d'électrons, en nombre tel que l'ensemble soit électriquement neutre. Le noyau d'hydrogène, de charge 1, s'accompagne d'un unique électron ; le noyau d'hélium, de charge 2, s'accompagne de deux électrons ; et ainsi de suite dans la liste des éléments.

Les électrons extranucléaires se répartissent autour du noyau en enveloppes successives. Des six électrons que comporte le carbone, deux sont sur une première enveloppe et quatre sur l'enveloppe extérieure. En avançant dans la suite des éléments le nombre des électrons de l'enveloppe extérieure augmente par unité. Or on remarque que les différents atomes, auxquels correspondent ces configurations successives, agissent chimiquement de façon à amener ce nombre à huit. Par exemple le gaz rare néon, sous ce rapport complètement pourvu, ne montre aucune activité chimique. Il n'en est pas de même du fluor, qui le précède immédiatement dans la liste, et dont l'enveloppe externe ne comporte que sept électrons. Cet élément, avide de récupérer son électron

Digitized by Google

manquant, tend à le prélever sur un autre atome. C'est à cette circonstance qu'il faudrait attribuer la grande activité du fluor. Celle du chlore, autre élément à enveloppe extérieure de sept électrons, se justifierait de manière analogue.

Du néon, à enveloppe extérieure complète, on passe à l'élément suivant sodium par addition d'un électron extranucléaire, qui vient inaugurer une nouvelle enveloppe extérieure. Cet électron ne se trouve pas très solidement retenu. Aussi lui advient-il d'être violemment arraché lorsque l'atome de sodium arrive à rencontrer un atome de chlore, dont l'enveloppe externe manque précisément d'un électron. Dans la combinaison chimique NaCl qu'on obtient, les deux constituants ont alors des charges de signe contraire : le sodium, avec son électron supplémentaire, est négatif, tandis que le chlore en défaut d'un électron est devenu positif. Chaque atome d'une des deux sortes tend à s'entourer de six atomes de l'autre : c'est ainsi que Bragg explique la formation et la croissance d'un cristal NaCl.

La molécule de chlore fournit l'exemple d'une autre sorte de combinaison. Chacun de ses deux atomes, en déficit d'un électron, en emprunte un à l'autre et lui prête d'autre part un des siens. De sorte que chacun d'eux ayant deux électrons en commun avec son compagnon, possède par suite une enveloppe extérieure complète. Le carbone, dans le diamant, fournit encore une combinaison de ce genre. Les divers atomes occupent les sommets et le centre de tétraèdres réguliers. Pourvu seulement, nous le savons, d'une enveloppe extérieure de quatre électrons, l'atome la complète à huit, par emprunt et prêt d'un électron à chacun de ses quatre voisins immédiats; et il faut présumer que c'est à cette structure croisée que le diamant doit sa dureté.

Bragg distingue enfin un troisième type de combinaison qui serait due entièrement à un champ électrique. Dans ce type rentrent les molécules organiques qui donnent des composés d'une extrême complexité. Ces composés fondent ou se subliment à température relativement basse, particularité dont la faiblesse du champ rendrait compte. S. V.

Biologie

Sur l'appareil respiratoire et la respiration des Invertébrés. — Quand un auteur, zoologiste ou physiologiste, vient attribuer à tel ou à tel autre organe d'Invertébré une fonction respiratoire, il se base presque toujours sur des considérations anatomiques : il est en effet de règle d'admettre qu'un organe est le siège d'échanges d'oxygène et d'acide carbonique lorsque sa paroi, très mince, est en contact, par l'une de ses faces, avec le milieu ambiant, l'autre face étant richement irriguée par le sang ou l'hémolymphe. M. Paul Remy, jeune zoologiste de la Faculté de Nancy, a pensé qu'il était nécessaire de vérifier par l'expérience le bien-fondé des renseignements que l'on possède actuellement sur les appareils respiratoires des Invertébrés. Il vient de publier à ce sujet une thèse de doctorat, travail de longue haleine, où l'on trouvera une foule de détails intéressants sur la respiration, chez les Insectes surtout, et aussi chez les Diplopodes, les Chilopodes, les Arachnides, les Crustacés, les Annélides, les Siponcles, les Echinodermes et les Tuniciers. (Un vol. in-8°, 222 pages, 8 planches hors texte, Nancy, 1925). Parmi les méthodes dont s'est servi le plus fréquemment M. Remy est celle qui consiste à injecter, dans la cavité générale d'animaux vivants, certaines solutions incolores ou jaunâtres, qui se combinent facilement avec l'oxygène libre et passent à l'état coloré, permettant ainsi de déceler les endroits où l'oxygène pénètre dans l'organisme.

Les recherches de M. Remy ne modifient pas sensiblement les notions que l'on possédait sur la respiration des Invertébrés; le plus souvent elles les confirment, mais en leur apportant une assise expérimentale. Cependant, M. Remy a pu reconnaître aussi l'existence d'échanges respiratoires au niveau d'organes où l'on ne les soupçonnait point, et montrer d'autre part que certains organes avaient été considérés à tort comme le siège de l'hématose. Il a fait une étude anatomique et cytologique détaillée de divers appareils respiratoires. Chez les Insectes, les trachées se continuent par des trachéoles, capillaires chitineux, dépourvus d'épaississement spiral et logés à l'intérieur de cellules spéciales, les cellules trachéolaires. Quand on injecte dans la cavité générale d'un Insecte de l'indigo blanc par ex., celui-ci est oxydé avec intensité et presque instantanément dans les cellules trachéolaires, autour des trachéoles, et aussi, mais plus faiblement, dans l'épithélium des trachées; on voit l'indigo bleu qui résulte de cette oxydation se fixer sur des granulations (mitochondries ?) cytoplasmiques. Le noyau joue-t-il un rôle dans les oxydations vitales ? Divers auteurs l'ont prétendu. D'après M. Remy, chez les Invertébrés, le noyau n'interviendrait pas, ou du moins ne jouerait pas un rôle direct dans le phénomène de la respiration. Une question non moins intéressante est celle-ci : par quel processus l'oxygène passe-t-il, chez les Trachéates par exemple, de la lumière des tubes aérifères dans le milieu interne de l'animal ? On a proposé à ce sujet des théories physiques et des théories chimiques. Pour M. Remy, les cellules qui constituent la paroi externe des organes respiratoires fonctionnent à la façon d'éléments glandulaires : elles absorbent une substance dans le milieu ambiant, et la cèdent, transformée, au milieu interne. Le passage de l'oxygène dans l'organisme serait ainsi le résultat d'une série de réactions chimiques. Mais la résorption du gaz ambiant par la paroi de l'organe respiratoire obéit aux lois physiques, de même sans doute que le passage de l'O intracytoplasmique dans le sang, de sorte que l'absorption de l'O résulte du jeu combiné des phénomènes physiques et chimiques.

A. Drz.

Statistique

Madagascar. — D'une récente conférence faite par M. Marcel Olivier au Comité National des Conseillers du Commerce extérieur, on peut extraire nombre de données instructives sur notre Colonie (*Economiste français*, sept-oct. 1924.)

Après avoir rappelé quelques renseignements géographiques bien connus, le Gouverneur Général souligne l'insuffisance de la population : 3 millions et demi pour un territoire un peu plus grand que la France.

Il a bien fait de rappeler que comme la plupart de nos colonies, contrairement à l'opinion qu'on porte généralement, Madagascar se suffit financièrement à elle-même. A ce point de vue, il est curieux, en effet, de constater dans le monde, dans la métropole, que presque tout le monde est persuadé que les colonies coûtent cher à la France. Il serait opportun que nos Gouverneurs Généraux entreprennent d'éclairer l'opinion aussi dangereusement égarée.

Ainsi en 1896, les recettes locales représentaient un peu plus de 1.700.000 francs : le Parlement vota une subvention de 2 millions. Dès 1901, les ressources locales s'élevaient à 23 millions et demi, en 1913, à 32 millions, en 1919 à 43 et en 1921 à 63 millions de francs. Le budget actuel atteint près de cent millions. Recettes constamment supérieures aux dépenses. De ces recettes une part

Digitized by Google

importante a été utilisée pour les grands travaux que des emprunts ont d'ailleurs permis de développer.

De 1896 à 1923, il a été construit 2.000 kilomètres de routes, 379 km. de canaux, 688 km. de voies ferrées. Le télégraphe et le téléphone très largement répandus. Le commerce voit son développement mesuré par les nombres suivants :

	Import.	Export.
1897.....	18 milllions	4 millions
1901.....	46 —	9 —
1910.....	33 —	45 —
1913.....	46 —	56 —

A partir de 1914, l'île devient à nouveau importatrice, sauf en 1919 où l'on relève :

Importations : 98.972.000 fr.; export. : 177.167.000 fr. En 1922, les derniers nombres publiés donnent :

Importations : 173.831.641; export. : 132.472.491. En 1923, il semble qu'il y aura un fort excédent d'exportations et de plus un fort stock de marchandises restées dans l'île faute de bateaux, et ceci mérite d'être souligné.

Les productions de l'île sont variées. Au point de vue minéral, on connaît la richesse en pierres et métaux précieux, en minerais d'urane radifère, en mica, en fer, en nickel. Outre les terrains cristallophylliens de son ossature centrale, l'île comprend dans la bande sédimentaire des gisements de charbon et de bitumes pétrolifères.

L'or dont la quantité extraite depuis l'occupation est d'une quarantaine de tonnes, n'est plus beaucoup exploité (500 kg. par an). Les pierres précieuses malgaches sont bien connues déjà en Europe : Aigue marine, topaze, rubis, saphir, etc. En 1922, 224 kilogs de pierres précieuses exportées, de plus 5.637 kg. de grenats, 26 d'améthyste, 65 de quartz citrin, 3.075 de cristal de roche limpide, 589 de quartz diversement colorés, 113.697 de quartz givreux, 211 kg. d'amazonite et 9.786 kg. de grenats industriels. Les perles se trouvent sur la côte Nord-Ouest de l'île. Le mica figure pour 92 tonnes en 1922.

Le graphite abondant et de bonne qualité a donné 6.234 tonnes au premier trimestre seulement de 1923. On prévoit que Madagascar donnera bientôt 3 ou 4 grammes de bromure de radium par an (soit le 1/4 de la production mondiale actuelle).

De nombreux gisements de métaux divers sont étudiés en ce moment.

La houille, du permien de Bénénitra, près de Tuléar, se présente en 4 couches d'une épaisseur totale de 4 m. Des premières analyses, on attribue à ce combustible 7.000 calories et 18 à 20 % de cendres. La prospection étant trop superficielle encore, on ne peut rien conclure, mais ce gisement paraît devoir donner un charbon analogue à celui de Durban qui alimente les ports de la côte Est d'Afrique. D'autres gisements sont étudiés.

Des gisements de milliards de tonnes de grès et sables bitumineux donnant jusqu'à 100 litres d'huile lourde à la tonne seraient reconnus.

Mais une des principales richesses de l'Ile restera l'agriculture.

Le riz, importé jusqu'à 1905, donne lieu à 15.755.000 fr. d'exportation en 1922.

Le manioc cultivé sur la côte et sur les hauts plateaux donne lieu à des exportations considérables : 17.000 tonnes en 1922, valeur 6 millions.

Vanille et café sur la côte Est à Nossi-Bé, aux Comores.

En 1903, 11.000 kg. de vanille, en 1922, 520.000 kg. valant 15.500.000 fr. On sait que pendant le 1er trimestre 1924, le cours de la vanille était 500 fr. le kilo.

En 1897, on exportait 650 francs de café, en 1922, 8.145.000 fr.

Cacao, ricin, girofle, pois du Cap, tabac : 45 tonnes de tabac en 1921, 750 tonnes en 1923.

La plantation de la canne à sucre et la création de sucreries deviennent une des principales préoccupations, car on considère que dans la grande Ile, on peut obtenir des résultats aussi beaux qu'à Maurice ou à la Réunion.

Le coton pourra se développer : une mission de l'Association Cotonnière Coloniale fait des études.

Les textiles sont l'objet d'essais très importants. La Chambre de commerce de Tourcoing a introduit des mérinos du Cap. Notre industrie lainière française est tributaire en effet de l'étranger pour la plus grande partie de sa matière première.

Le bétail malgache est abondant : près de dix millions de bovins : les usines frigorifiques et de conserves sont encore loin de travailler avec toutes leurs possibilités.

Mais avant d'envisager un grand développement des industries agricoles, il faut s'occuper de la population. Le rôle de l'assistance médicale et de l'hygiène est primordial, comme dans toutes les autres colonies d'ailleurs.

Les communications sont encore insuffisamment organisées. L'aménagement des ports et des rades est à poursuivre, enfin les lignes de navigation trouvent encore un aliment insuffisant dans le cul-de-sac Madagascar, Réunion, Maurice, surtout aux importations. Il en résulte que des marchandises restent sur place à la colonie, faute de bateaux en nombre suffisant.

L'avenir de Madagascar se résume donc dans d'immenses possibilités, au début seulement de leur mise en valeur.

L. R.

Enseignement

Emploi de l'espéranto dans les sciences pures et appliquées. — Une Conférence internationale, qui vient de terminer ses travaux à Paris, avait pour but d'étudier les moyens de réaliser les vœux exprimés par un certain nombre de savants ou de Sociétés scientifiques et techniques françaises, en faveur de la diffusion de l'usage de l'Esperanto dans les sciences pures et appliquées.

En particulier, MM. d'Arsonval, Docteur Bazy, Daniel Berthelot, Bigourdan, Emile Borel, Général Bourgeois, Breton, Duc de Broglie, Charpy, Costantin, Cotton, Docteur Desgrez, Deslandres, Général Ferrié, Amiral Fournier, Haller, Paul Janet, Lallemand, Laubœuf, Lebesgue, Lecomte, Lecornu, Lindet, Louis Lumière, Marchal, Mesnager, Moureu, Painlevé, Jean Perrin, Charles Richet, Schlœsing, Général Sebert, Docteur Vincent, Docteur Widal, membres de l'Académie des Sciences de Paris, ont émis le vœu :

1° Que l'enseignement de cette langue, chef-d'œuvre de logique et de simplicité, soit introduit, au moins à titre facultatif, dans les programmes officiels des classes de sciences de tous les établissements d'instruction;

2° Que, dans les congrès internationaux, elle soit adoptée comme langue officielle au même titre que les langues nationales, jusqu'au moment ou l'expérience confirmera qu'elle est apte à en devenir la seule langue officielle;

3° Que l'attention des directeurs des maisons d'éditions scientifiques ou techniques soit appelée sur l'intérêt que présenterait pour eux l'usage de cette langue, dans leurs publications destinées à l'étranger;

4° Que, dès maintenant, les savants et les techniciens se mettent en mesure de s'en servir dans leurs relations avec leurs collègues étrangers et leur fassent ensuite connaître qu'ils sont prêts à en faire usage;

5° Qu'une Commission soit nommée pour préparer et

Digitized by Google

élaborer les Vocabulaires des sciences pures en Esperanto, et que les Sociétés techniques soient invitées à faire de même en ce qui concerne leur spécialité.

L'Association Française pour l'Avancement des Sciences, l'Association générale des Ingénieurs des travaux publics de l'État, la Section française d'Océanographie physique du Conseil International des Recherches Scientifiques, ont émis des vœux analogues. Ed. M.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Mécanique

La propulsion des navires par le vent. — Depuis quelques années on recherche de nouveaux moyens d'utiliser le vent pour la propulsion des navires. Nous avons rendu compte des essais d'hélices aériennes.

En Allemagne, on poursuit cette solution à l'aide de *rotors*, hauts cylindres verticaux que les dissymétries entre les pressions et les dépressions causées par le vent, font tourner régulièrement d'un mouvement qui peut être transmis aux hélices marines propulsives.

Ce dispositif vient d'être essayé sur le lac Templin à Postdam par brise, tantôt légère, tantôt fraîche, très favorable aux yatchts à voile.

Le bateau que l'on utilisait, long de 9 m. 60, large de 2 m. 10, était muni d'un rotor de 6 m. 50 de haut et de 1 m. 20 de diamètre mû par un petit moteur auxiliaire à essence pouvant actionner également une hélice de secours. Il est, en effet, indispensable d'amorcer le phénomène que l'on veut utiliser.

Nous n'hésiterions pas à donner la théorie de Flettner — l'ingénieur allemand qui a proposé depuis longtemps cette application — si nous pensions que le rotor devait, dans un avenir prochain, détrôner la voile.

Mais, jusqu'à présent, l'invention reste dans la phase des tâtonnements.

Sans doute les derniers essais ont marqué un avantage pour l'allure au plus près en tenant un cap d'au moins un quart et demi (environ 17°) plus au vent; la stabilité est beaucoup plus grande et la gîte, même par fortes rafales est insignifiante ainsi que l'ont montré les essais du *Buckau* au cours desquels certaines facilités de manœuvre ont été constatées.

Cependant, malgré le temps très propice aux évolutions des yachts à voiles, très nombreux dans le lac Templin, au cours des essais, aucune supériorité de vitesse ne permet d'affirmer l'intérêt nautique du dispositif Flettner. Ed. M.

Mines

Le charbon du Spitzberg. — La Swedish Hard Coal Company vient de décider d'arrêter sa mine de Svea à la suite d'un incendie qui a éclaté au printemps dernier. Quant à savoir si en présence de la crise actuelle, on trouvera encore avantage à reprendre les travaux, c'est une question qui est loin d'être tranchée. Il en est de même avec les charbonnages norvégiens. Des 12 sociétés norvégiennes exploitant des mines de houille, 9 ont décidé d'arrêter. Seules la Store Norske Spitsbergen Kulkompagni et la Norske Kulfelter Spitsbergen continuent à travailler. Ces deux sociétés travaillant depuis des années à perte, on estime que tôt ou tard, on aura abandonné toute production de charbon au Spitzberg. Les charbonnages norvégiens du Spitzberg et de la Bear Island ont été reconnus comme des affaires franchement mauvaises. Pour les mines de Bear Island, seules, le gouvernement norvégien a fait des avances s'élevant à plus de 7.500.000 couronnes (300.000 livres) et l'on peut compter que 7.000.000 sont déjà perdus. Néanmoins, on discute encore de nouvelles avances. La presse proteste énergiquement contre ces avances de l'État assurant que l'exploitation du charbon au Spitzberg et particulièrement à la Bear Island conduira nécessairement à des pertes énormes car le charbon anglais arrive à meilleur compte en Norvège que le charbon du Spitzberg. (*Engineering*, 9-10-25.) E. P.

Chimie

La fusion du graphite. — Il y a quelques années Ryschkewitsch, des usines de graphite de Krophmuhl en Bavière, prétendait avoir fondu du carbone. Reprenant ses recherches dans le laboratoire de l'Académie des sciences de Bavière, il prétend avoir obtenu le même résultat avec le graphite. Il graphitisa des charbons de lampe en les chauffant plusieurs heures à 2.500° C dans le graphite. Les baguettes de 5 cm. de longueur et de 3 mm. de diamètre, un peu plus minces au milieu, étaient placées verticalement entre des blocs de graphite et chauffées par le courant alternatif. La baguette était entourée d'un cylindre préservateur en graphite muni d'un orifice d'observation et le tout était scellé dans un globe en verre dans lequel on faisait circuler de l'argon. La baguette commença à rougir quand sa température augmenta. Soudain un anneau brillant se développa dans le plan horizontal au milieu, l'instant suivant la baguette se brisa dans ce plan et il se forma un arc qui bientôt disparut.

Des films cinématographiques, pris par intervalles de 1/25 de seconde, firent voir clairement le phénomène, au moment de la rupture, le cylindre protecteur se couvrit de suie et l'on pouvait y trouver des globules ayant jusque 1 mm. de diamètre probablement de graphite fondu. Ces globules avaient la densité du graphite. Comme on ne remarquait aucune évaporation de carbone avant la rupture, Ryschkewitsch suppose que le graphite était réellement fondu et que le phénomène n'était pas du tout une évaporation explosive du graphite. Au moyen du pyromètre optique, il détermina la température de fusion à 3800° C. Les courbes prises montrèrent que la température s'élevait après la rupture et restait constante une fraction de seconde tandis que la densité du courant, jusqu'à 2.100 ampères par centimètre carré, tomba immédiatement. Cela correspondrait avec la théorie de Ryschkewitsch suivant laquelle la température de l'arc serait plus élevée que le point de fusion du carbone et que le cratère de l'arc de carbone est couvert par une mince couche de carbone liquide dont le professeur Fajans estime l'épaisseur à 0,2 mm. Il assure que la substance en fusion est constituée par du graphite et non par des impuretés minérales contenues dans le graphite car on en a réduit la teneur à 0,1 %. (*Engineering*, 3-7-25.) E. P.

Métallurgie

Un nouveau procédé de fabrication de l'acier. — Une série d'essais sur la production directe de l'acier au moyen du courant électrique ont été exécutés ces dernières années à l'École supérieure de Stockholm.

Le but de ces essais était de vérifier si l'on pouvait extraire directement d'une façon continue la fonte et

Digitized by Google

l'acier du minerai de fer, tout en réduisant la quantité de soufre et de phosphore contenue dans le minerai et le charbon. Pour cela on construisit un four électrique spécial marchant à une charge d'environ 30 kw.

Quelques essais suffirent à prouver que l'on pouvait produire sans difficulté de la fonte contenant 0,02 p. c. et plus de carbone. Pour faire voir que cela n'était pas dû simplement au hasard, on exécuta 65 réductions semblables et toutes montrèrent que la méthode suivie était bien exacte. L'effet en fut si encourageant que l'on décida d'exécuter ce procédé sur une base industrielle aux usines de Hagfors en Suède. On employa un four électrique avec une charge de 250 à 300 kw. et jusque maintenant on a fait 114 coulées.

D'après les analyses faites à Hagfors voici la composition de l'acier produit :

Carbone de 0,02 à 1,32 %;
Phosphore de 0,003 à 0,017 %;
Soufre de 0,009 à 0,077 %.

Les essais à la traction présentèrent une résistance de 32,4 à 89,8 kgs. avec un allongement de 34 à 8,5 %.

Durant la marche du four, on pria l'auteur de modifier la teneur en carbone dans plusieurs coulées successives :

Teneurs demandées	Résultats obtenus
0,40 C.	0,42 C.
0,20 C.	0,23 C.
0,80 C.	0,78 C.

Cela montrait bien qu'il n'y avait aucune difficulté à produire de l'acier à différentes teneurs en carbone dans les coulées successives et qu'on pouvait suivre le procédé aussi facilement qu'au four Martin. On règle les teneurs en manganèse et en silicium de la même façon qu'au four Martin. De la charge n° 3 contenant 0,78 % carbone, on prit un lingot et le lamina à Forsbacka en Suède. On employa le métal pour la fabrication de burins pour marteaux pneumatiques, de mèches et de marteaux pour mineurs dans le but d'essayer l'acier. Les burins valaient certainement ceux fabriqués par la même usine en acier Bessemer, ils ne valaient cependant pas ceux fabriqués avec des aciers spéciaux et avec l'acier au chrome (1,4 Cr. et 1,1 C). La mèche s'avança de 0,4 m dans le granit sans qu'on eût besoin de la meuler. Le meilleur acier Bessemer ne peut donner de résultats plus avantageux. Les marteaux étaient supérieurs à ceux exécutés avec le meilleur acier Bessemer.

La surface totale de radiation du four d'essai à Hagfors était de 30 m², à vide le four prenait 100 kw. A la charge de 300 kw, il travaillait donc avec 200 kw. effectifs.

Un four de 3.000 kw. a une surface de radiation 2,33 plus grande que celle du four d'essai ou 70 mètres carrés, de sorte que les pertes de chaleur s'éléveraient à $2.33 \times 100 = 233$ kw.

Dans ce four la charge effective est donc de $3.000 - 233 = 2.767$ kw. Les pertes dues au refroidissement par l'eau aux bagues de contact etc. s'élèvent à 236 kw. ce qui fait un total de 500 kw. de pertes. La perte sur le courant pour une charge de 300 kw. dans le four d'essai, était de 33,3 %. Dans le four de 3.000 kw. elle était de 16,65 %. Les pertes par les lignes et les transformateurs ne sont pas comprises dans ces chiffres, les mesures étant prises à proximité du four. Avec cette faible dépense d'énergie, le prix du courant ne joue pas un rôle aussi important qu'on aurait pu le croire d'abord.

Avec une charge de 300 kw. on produisait dans le four d'essai 1 tonne de fer avec une dépense de 27.000 kwh. Déduisant 100 kw. pour la marche à vide, on constate que la production s'est élevée à 111 kgs. par heure.

Le four de 3000 kw. travaillera avec une charge nette de 2.500 kw. (3.000 moins 500 kw. de pertes). La production sera ainsi :

$$\frac{2.500 \text{ kw.} \times 111 \text{ kg. par heure}}{200 \text{ kwh}} = 1.388 \text{ Kg. par heure.}$$

La dépense d'énergie dans le four sera ainsi de

$$\frac{3.000}{1,388} = 2.162 \text{ kwh. par tonne de fer.}$$

La chaleur contenue dans les gaz perdus varie de 2.700 à 2.900 calories. Si en Scandinavie, on admet, comme prix du courant électrique, produit par les chutes d'eau de 50 à 60 couronnes (55 à 66 shillings) par kw-an, on arrive évidemment à un prix moindre qu'avec la vapeur. D'après les statistiques faites en Amérique le prix de l'énergie hydraulique est de 15 à 25 dollars par kw-an et le coût de l'énergie produite par de puissantes centrales à vapeur est de 20 à 25 dollars par kw-an. Ces prix naturellement ne sont valables que pour une charge constante. Pour les centrales installées à grands frais pour ne marcher que quelques heures par jour à pleine charge, les conditions sont absolument différentes.

En ce qui concerne le procédé lui-même il est inutile de faire remarquer que la fabrication préalable de fonte est supprimée. On traite un mélange de minerai et de charbon dans un simple four et retire du fer malléable ou de l'acier que l'on coule comme d'habitude. Ce procédé non seulement travaille directement mais aussi d'une façon continue, il n'y a d'interruptions qu'au moment de la coulée.

La réduction du fer se fait d'une façon continue. A Hagfors, on emploie comme matières premières de l'hématite suédoise, du charbon anglais et du charbon de bois de Suède. Il n'est besoin d'aucun raffinage spécial pour réduire le phosphore et le soufre à une teneur suffisamment basse. Pour faire l'acier spécial à faible teneur en carbone, il faudrait peut-être prendre certaines précautions avec les électrodes.

En résumé l'auteur est convaincu que la supériorité du métal obtenu est due à l'absence de gaz et à la faible quantité de sevrie. On travaille continuellement dans ce procédé à l'abri de l'air avec une faible contrepression dans le four. On cherche surtout à obtenir une teneur très faible en carbone (0,102) et on peut s'attendre à voir bientôt du fer et de l'acier inoxydables fabriqués par ce procédé simple, apparaître sur le marché. (*Engineering*, 2-10-25.) E. PONCELET.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Les subventions suivantes ont été accordées :

Fondation Lonfreuil : 8.000 fr. à M. Louis Mangin, directeur du Muséum national d'histoire naturelle; 4.000 fr. à M. Désiré Bois, professeur de culture au Muséum national d'histoire naturelle; 12.000 fr. à la Bibliothèque de l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort; 3.000 fr. à M. Joseph Basset, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon; 1.000 fr. à M. Gabriel Marotel, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon; 1.500 fr. à M. L. Jung, professeur à l'Ecole

Digitized by Google

nationale vétérinaire de Lyon ; 1.000 fr. à M. Tapernoux, chef de travaux à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon ; 1.000 fr. à M. Tagand, chef de travaux à l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon ; 2.000 fr. à MM. Jules Girard, professeur, et Pierre Pons, chef de travaux de zootechnie à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 1.000 fr. à M. P. Bru, chef de travaux de physiologie à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 1.000 fr. à M. Charles Hervieux, professeur à l'Ecole nationale vétérinaire de Toulouse ; 2.000 fr. à M. Jules Lemoine, professeur au Conservatoire national des arts et métiers ; 1.500 fr. à M. Gabriel Kœnigs, professeur au Conservatoire national des arts et métiers ; 4.500 fr. à M. Jules Barthoux, docteur ès-sciences ; 5.000 fr. au général Sébert, président du bureau bibliographique ; 1.000 fr. à M. Jacques Chevalier, professeur de philosophie à l'Université de Grenoble ; 14.000 fr. au Comité français de géodésie et géophysique (6e section : électricité atmosphérique et tellurique) ; 4.000 fr. à Mme veuve Yves Delage, pour la publication d'un volume de l'*Année biologique ;* 3.000 fr. à M. René Dubrisay, professeur de chimie à l'Ecole des ponts et chaussées ; 13.000 fr. à M. Louis Dunoyer, secrétaire général de la Société française de physique ; 7.000 fr. à la Fédération française des sociétés de sciences naturelles ; 2.500 fr. à M. Edmond Friedel, ingénieur des mines à Strasbourg ; 2.000 fr. à M. Pierre Lesne, assistant de la chaire d'entomologie du Muséum national d'histoire naturelle ; 5.000 fr. à M. Charles Marie, secrétaire général des Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie ; 4.000 fr. à M. Charles Moureu, professeur au Collège de France ; 3.000 fr. à l'Observatoire de Marseille ; 3.000 fr. à M. Em. Passemard, docteur de l'Université de Strasbourg ; 4.000 fr. à M. Jean Tilho, correspondant de l'Académie ; 5.000 fr. à M. J. Tissot, professeur au Muséum national d'histoire naturelle ; 1.500 fr. à Mlle Y. Trouard-Riolle, docteur ès-sciences ; 4.000 fr. au Père Lejay.

Fonds Bouchard (5.000 fr.). — L'annuité est attribuée au docteur Henry Cardot, chef du laboratoire de physiologie à la Faculté de médecine.

Académie de Médecine. — Le Professeur Pierre Duval a été élu dans la Section de Chirurgie.

Instituts de Physique du Globe. — Par décret en date du 5 novembre 1925, il est institué un conseil des Instituts de Physique du Globe relevant du Ministère de l'Instruction publique : Instituts de Physique du Globe des Universités de Paris et de Strasbourg, Instituts et Observatoires du Puy-de-Dôme et du Pic du Midi, Observatoire de Lyon (service météorologique).

Le Conseil est ainsi composé :

Le directeur de l'enseignement supérieur.

L'un des secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences.

Le président du Bureau des longitudes.

Le président du Comité national de géodésie et de géophysique.

Le président du Comité consultatif de l'Office national météorologique.

Le président du Comité du Bureau central de magnétisme terrestre.

Le doyen de la Faculté des sciences de l'Université de Paris.

Le directeur de l'Office national météorologique.

Les directeurs des Instituts et Observatoires énumérés ci-dessus.

Trois membres désignés par le ministre pour trois ans et renouvelables.

Deux membres désignés par le personnel scientifique des Instituts et Observatoires énumérés ci-dessus.

Le Ministre nomme, pour la même période de trois ans, le président, le vice-président et le secrétaire du Conseil.

Le Conseil reçoit communication des rapports adressés chaque année au Ministre par les directeurs.

Ces rapports sont auparavant présentés au Conseil de l'Université par le recteur qui fait connaître les observations de ce Conseil et les siennes.

En cas de vacance d'un emploi de directeur, d'une place de physicien ou de météorologiste titulaire, le Conseil présente au Ministre deux candidats.

Il arrête chaque année la liste des candidats qu'il juge aptes à remplir les fonctions de physicien ou de météorologiste adjoint, d'aide météorologiste ou d'assistant.

Il donne son avis :

Sur les propositions des directeurs relatives à l'avancement du personnel et à l'organisation du travail scientifique et des recherches.

Sur toutes les questions qui lui sont renvoyées par le Ministre sous réserve des attributions propres des Conseils de Facultés et d'Universités résultant des décrets antérieurs.

Tout membre du Conseil a le droit de soumettre au Ministre des propositions sur les questions qui sont de la compétence du Conseil. Ces propositions doivent être déposées par leurs auteurs au plus tard dans les quatre jours qui suivent la réception de la convocation pour la réunion du Conseil. Les propositions déposées pendant une session ne pourront être examinées qu'à la session suivante. Le Ministre décide si le Conseil doit être appelé à délibérer sur les propositions déposées.

Le Conseil se réunit régulièrement chaque année dans le courant du premier trimestre. Le Ministre peut le convoquer en session extraordinaire.

Institut Pasteur. — Le Dr C. Gessard, ancien professeur agrégé, au Val de Grâce, chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur, vient de mourir. Il fut l'un des premiers savants français qui aient appliqué les découvertes de Pasteur ; c'est lui qui, en 1882, a isolé le microbe du pus bleu qu'il a décrit sous le nom de bacille pyocyanique. On lui doit encore d'importants travaux, notamment sur les oxydases, les antidiastases, le bacille du lait bleu, la fonction chromogène des bactéries, les races et variétés du bacille pyocyanique, la culture du bacille tuberculeux en milieux pauvres.

Comité consultatif de l'enseignement supérieur. — M. Carnot, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé membre du Comité consultatif (Commission des sciences médicales et de la pharmacie).

Administration des monnaies et médailles. — L'Académie des Sciences a présenté pour l'emploi de Directeur des essais : en première ligne, M. Marcel Guichard, en deuxième ligne, M. Maxime Forest, en troisième ligne, M. P. Clausmann.

Service phytopathologique. — M. Paillot, directeur de la Station entomologique de Saint-Genis-Laval, est nommé inspecteur adjoint de la neuvième circonscription du Service phytopathologique, en remplacement de M. Chiffot, décédé.

Fondation Bergonié. — Les amis et les élèves du Professeur Bergonié ont décidé, pour perpétuer le souvenir de son œuvre scientifique et philanthropique, la création d'une Fondation Bergonié ayant pour but principal l'institution à Bordeaux d'un Laboratoire de recherches scientifiques concernant l'électricité et les radiations et, éventuellement, si les ressources le permettent, le fonctionnement d'une caisse destinée à encourager les travailleurs spécialisés, ainsi que d'un fonds de secours pour venir en aide aux radiologues, victimes des rayons X et du radium.

Les souscriptions sont reçues chez le Trésorier, M. le Dr Henri de Rotchschild, 6, rue Saint-Philippe-du-Roule, Paris

L F.

Digitized by Google

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — Le 28 novembre, au cours de la séance solennelle de rentrée de l'Université, le titre de Docteur *honoris causa* sera décerné à Sir Ernest Rutherford, professeur de Physique expérimentale à l'Université de Cambridge, Correspondant de l'Académie des Sciences, prix Nobel; à M. Ch. de la Vallée-Poussin, professeur de Mécanique à l'Académie des Sciences de l'Université de Louvain, Correspondant de l'Académie des Sciences; à M. Pawlow, professeur de Physiologie à l'Université de Leningrad; à M. Noguschi, professeur à l'Institut Rockefeller de New-York.

— Le 11 novembre, M. Painlevé, président du Conseil, a remis la Croix de guerre à l'Ecole normale supérieure. Le Président de la République assistait à la cérémonie.

Ecole supérieure des Mines. — Les cours de minéralogie, de paléontologie, de géologie et de pétrographie sont gratuits. Les autres cours peuvent être suivis, au titre d'auditeur libre sur autorisation du Directeur de l'Ecole et versement d'une taxe déterminée pour chaque cours.

Minéralogie : M. Grandjean. Le vendredi (à 10 h. 15 jusqu'au 8 janvier et à 8 h. 30 les 15, 22 et 29 janvier) et le samedi à 10 h. 15.

Paléontologie : M. Painvin. Le lundi à 10 h. 15.

Pétrographie : M. Grandjean. Le vendredi à 16 h. 45 (jusqu'au 4 décembre).

Géologie générale : M. Termier, membre de l'Institut. Le jeudi et le vendredi à 10 h. 15, à partir du 15 janvier.

Géologie appliquée : M. De Launay, membre de l'Institut.

Chimie analytique et générale : M. Jolibois.

Chimie industrielle : M. Etienne.

Métallurgie générale : M. Cornu Thenard.

Sidérurgie : M. Nicou.

Métallurgie des métaux autres que le Fer : M. Etienne.

Chemins de fer : M. Le Grain. Suppléants : MM. Maison et Nadal.

Machines : M. Jouguet.

Electricité industrielle : M. Liénard.

Analyse : M. Paul Lévy.

Mécanique générale : M. Le Cornu.

Physique générale : M. Vignal.

Topographie : M. Paul Lévy. Suppléant : M. Raguin.

Exploitation de mines : M. Lebreton.

Construction : M. Le Grain (Procédés généraux de construction). M. Caquot (Construction et résistance des matériaux).

Législation des mines. — M. Loiret.

Economie industrielle. — M. de Rufi de Pontevès Gevaudan.

Hygiène industrielle. — M. le Dr Paul Carnot.

Conservatoire des Arts et Métiers. — M. Paul Landais est nommé inspecteur des Services administratifs et conservateur des collections.

Université de Lyon. — M. Gouy, professeur à la Faculté des Sciences est nommé professeur honoraire de la dite Faculté.

Université de Bordeaux. — La chaire d'anatomie comparée et embryogénie de la Faculté des Sciences est déclarée vacante à la date du 16 novembre.

Un délai de vingt jours est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

— Le doyen de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie est autorisé à accepter le legs fait à cette Faculté par le Professeur Bergonié.

Université de Nancy. — M. Garnier, ancien professeur à la Faculté de Médecine, est nommé professeur honoraire de la dite Faculté.

Ecole Nationale des Eaux et Forêts. — Vingt-cinq élèves diplômés de l'Institut agronomique et trois élèves sortant de l'Ecole polytechnique sont nommés élèves de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts.

École Nationale technique de Strasbourg. — Ont obtenu le brevet d'ingénieur : 21 élèves de la Section de Mécanique et 6 élèves de la Section d'Electricité.

Institut national d'agronomie coloniale. — Ont été admis comme élèves : 44 français, 7 étrangers et 5 auditeurs libres.

L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 octobre 1925 (suite).

GÉOLOGIE. — *J. Fromaget* (transm. par M. Ch. Depéret). — **La série sédimentaire du centre de l'Indochine.**

Des études sur le terrain, durant 17 mois de campagne dans la région de l'Indochine française comprise entre les parallèles 19° 10' et 21° 50' ont permis à l'auteur d'en établir la succession stratigraphique qui fait l'objet de cette Note.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Reconnaissance et mesure des courants océaniques profonds.**

L'auteur expose les deux considérations sur lesquelles il s'appuie pour la recherche des caractéristiques d'un courant profond. Par son procédé, en se servant de données recueillies à bord du *Challenger* et malgré les conditions peu favorables de l'exemple dont il était forcé de se contenter il a pu établir les caractéristiques moyennes du courant profond qui existe dans une région située à environ 400 milles dans le nord-ouest de l'île Tristan de Cunha (Atlantique Sud).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Hérissey* et *J. Cheymol* (prés. par M. Guignard). — **Sur les sucres fournis par la géine.**

La géine, traitée par la géase, fournit du *vicianose*, sucre hydrolysable lui-même, en particulier par les acides étendus et bouillants, en glucose *d* et arabinose *l*. La géine est donc, après la vicianine, la seconde source actuellement connue de vicianose.

BOTANIQUE. — *Mlle Aimée Camus* (prés. par M. Costantin). — *Lecomtella*, **genre nouveau de Graminées malgaches.**

Ce genre nouveau se rapproche du genre *Ichnanthus* Sw. et montre des affinités avec le genre *Olyra*. Il ne renferme jusqu'ici qu'une espèce, le *Lecomtella madagascariensis*, récoltée à Madagascar, dans le massif de l'Andringitra, entre 1.600 et 2.400 mètres d'altitude.

Cette espèce repousse très bien après l'incendie de la forêt, formant des fourrés très denses qui brûlent de nouveau et finissent par disparaître pour faire place aux espèces de la steppe du Centre.

PHYSIOLOGIE. — *J. Athanasiu* (prés. par M. Charles Richet). — **Sur l'existence de deux courants nerveux d'excitation dans le cœur.**

Il existe deux courants nerveux intracardiaques d'excitation : un courant nerveux d'excitation motrice qui part des neurones moteurs (primaires) et met les fibres du myocarde en contraction et un courant nerveux d'excitation coordonnatrice qui part des neurones secondaires et règle dans leur ordre normal les quatre mouvements cardiaques successifs : sinusal, auriculaire, papillaire, ventriculaire. — *E. Aubel* (prés. par M. M. Molliard). — **Sur l'origine de l'énergie permettant au *Bacterium coli* de se développer aux dépens du glucose.**

L'auteur a été conduit à remarquer que le carbone de l'acide lactique formé dans les cultures anaérobies est égal

Digitized by Google

à la somme du carbone de l'acide pyruvique et des corps qui en dérivent. Ceci revient à dire que pour une molécule d'acide pyruvique formée, il y a une molécule d'acide lactique formée, et peut s'écrire :

$C^6H^{12}O^6 = CH^3CH\ OH\ COOH + CH^3CO\ COOH + H^2$,

où il y a un véritable couplage interne, une demi-molécule donnant une réaction exothermique, une demi-molécule, une réaction endothermique, le couplage étant assuré par la migration de certains atomes au moment du clivage du glucose.

CYTOLOGIE. — *E. Fauré-Frémiet* (prés. par M. L.-F. Henneguy). — **Transformations subies *in vitro* par les amibocytes de quelques Invertébrés.**

Une particularité commune aux amibocytes est de donner sous l'action de KOH à froid des figures myéliniques proprement dites et biréfringentes. C'est à cet état actif que les amibocytes peuvent s'agglutiner *in vitro*. La transformation Etat quiescent en Etat actif est généralement réversible et dans les pseudo-tissus formés *in vitro* la structure initiale de l'amibocyte se reconstitue peu à peu dans des conditions nouvelles il est vrai. Le cas des amibocytes d'un premier type (Annélides et surtout Polychètes) est particulièrement intéressant, car le linome qui disparaît très rapidement pendant la transformation $Etat_1$ en $Etat_2$ se reconstitue lentement pendant la transformation inverse $Etat_2$ en $Etat_1$.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Petit* et *Richard*. — **Influence du mode de dissolution de l'amylase sur la saccharification de l'amidon.**

La production de maltose maxima est notablement plus forte pour la dissolution en eau bouillie, l'action déprimante de l'hydrogène étant un peu moindre que celle de l'air; aux solutions alcalines, au contraire, la dose la plus forte de sucre est donnée par la solution hydrogénée et, pour les milieux acides (P_H 3,2), l'eau bouillie et l'eau hydrogénée donnent sensiblement le même résultat, l'eau aérée restant fortement au-dessous.

— *L. Lematte* et *L. Beauchamp* (prés. par M. Desgrez). — **Contribution à l'étude de la composition du cerveau humain.**

Les quantités des différents éléments minéraux des cerveaux d'adultes varient dans des limites assez restreintes. Le phosphore est la dominante minérale du cerveau. L'âge modifie peu la composition du cerveau. Chez le vieillard, la quantité d'eau est diminuée. Pour 1.000 d'organe, le cerveau du vieillard est plus riche en phosphore et en sodium.

P. GUÉRIN.

Séance du 3 novembre 1925.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Romanovsky* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une méthode d'interpolation de Tchebycheff.**

BALISTIQUE. — *G. Foëx* et *J. Kampé de Feriet*. — **Application de la photographie sur plaque mobile à l'étude du mouvement des projectiles et en particulier à la mesure de leur vitesse.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres*. — **Progrès réalisés dans l'étude du Soleil à l'Observatoire de Meudon.**

L'Observatoire de Meudon est l'un des mieux organisés pour les recherches solaires. Depuis la guerre les perfectionnements ont porté sur l'installation du grand spectrohéliographe, qui en outre a été organisé de manière à être rapidement transformable en spectro-enregistreur de vitesses et inversement. De nouvelles cartes ont été établies, complétant celles publiées à Zurich, qui relèvent les détails de la surface du soleil, taches et facules.

L'Observatoire de Meudon est le seul qui enregistre les mouvements radiaux des vapeurs solaires.

Les recherches sur l'atmosphère solaire ont été étendues aux étoiles jaunes.

GÉODÉSIE. — *E. Esclangon* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les mesures relatives de la pesanteur à Paris et à Strasbourg.**

L'auteur avait en vue la détermination de l'intensité relative de la pesanteur entre Paris et Strasbourg. Il a utilisé le pendule réversible et inversable de Defforges oscillant dans le vide. La gravité à Strasbourg-Observatoire a été trouvée égale à celle de Paris-Observatoire diminuée de 0 m. 00075.

L'effet de la température sur la durée d'oscillation n'est pas sous la dépendance unique du coefficient de dilatation du pendule.

En une même station, les séries indépendantes, conduisant chacune à une *détermination*, fournissent toujours des résultats identiques quand elles correspondent à des dates très voisines.

OPTIQUE. — *C. Chilowsky* et *F. Perrin* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur un nouveau procédé de distinction entre les perles fines et les perles cultivées.**

Les auteurs ont imaginé un appareil spécial, l'*endoscope*, et leurs observations leur permettent de conclure que pour une perle fine, il y a un maximum de luminosité au voisinage du centre par observation axiale, et l'absence de stries par observation extérieure; et pour une perle cultivée, l'absence de maximum par observation axiale, et la présence de stries nettes par observation extérieure.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Dauvillier* (prés. par M. M. de Broglie). — **Nouvelles recherches sur le tube de Crookes.**

M. Gouy a montré, en 1896, qu'en chauffant la paroi du tube de Crookes ayant fonctionné, il y apparaissait des bulles gazeuses. Campbell-Swinton reprit ces expériences et conclut avec Gouy que le gaz était celui disparu durant la décharge. Soddy et Mackenzie, puis Pohl aboutissent à des conclusions différentes. M. Dauvillier, par un nouveau procédé de recherches, admet que l'évolution gazeuse, résultant du chauffage provient de la décomposition du verre par l'élément alcalin : la surface du verre joue également un rôle dans l'absorption du gaz, par fixation chimique de celui-ci; enfin la majeure partie du gaz disparu proviendrait de la polymérisation qui s'effectue dans la lumière négative.

Les recherches sur l'espace obscur qu'on peut produire dans un tube de Crookes l'autorisent à admettre que l'existence de cet espace doit être indépendant de celle d'un faisceau cathodique.

ÉLECTROCHIMIE. — *C. Péry* et *C. Chéneveau* (prés. par M. Paul Janet). — **Réaction secondaire dans la décharge des accumulateurs au plomb.**

M. Féry a précédemment présenté une nouvelle théorie expliquant le fonctionnement de l'accumulateur au plomb, théorie qui conduit à la réaction réversible :

$Pb^2 + SO^4H^2 + Pb^2O^5 = Pb^2SO^4 + H^2O + 2\ PbO^2$.

Les auteurs ont voulu vérifier cette réaction par la mesure des variations du poids des plaques tant à la charge qu'à la décharge. Ils ont pu montrer ainsi que le désaccord de l'expérience avec les formules n'est qu'apparent.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Louis Longchambon* (prés. par M. Fred Wallerant). — **Sur la cristobalite.**

Les molécules de la cristobalite paraissent pouvoir s'arranger suivant le réseau de la tridymite, la quasi-identité des deux réseaux se traduit par des densités analogues qui à 1000° sont 2,20 pour la tridymite et 2,22 pour la cristobalite.

Le quartz, dans les solvants habituels, entre 870 et 1.470° donne toujours de la cristobalite, à condition d'opérer avec du quartz pulvérisé et non tamisé.

Le point de transformation de la cristobalite ne s'opérerait pas à une température constante, mais serait sujet à des retards parfois importants.

Digitized by Google

HISTOIRE DES SCIENCES. — *A. Béhal.* — **Sur la sixième conférence internationale de la Chimie pure et appliquée.**

L'auteur donne le compte rendu sommaire de la sixième conférence internationale qui s'est tenue à Bucarest, du 22 au 25 juin, sous la présidence de Sir William Pope, F. R. S. professeur à l'Université de Cambridge et membre associé de l'Institut.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pierre Jolibois* (prés. par M. Le Chatelier). — **Méthodes permettant d'étudier les effets chimiques de l'étincelle électrique sur les gaz à basse pression.**

L'auteur donne la description (à laquelle est jointe une figure) et indique le fonctionnement de l'appareil qu'il a construit en vue de ses recherches. Il a réalisé également deux autres dispositifs qui lui permettent de vérifier les résultats obtenus par le premier appareil.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Girard* et *E. Fourneau* (prés. par M. Roux). — **Sur une nouvelle méthode de grande sensibilité, pour la recherche, la séparation et le dosage du bismuth.**

L'iodure de bismuth a la propriété de donner avec les alcaloïdes naturels des complexes insolubles colorés en rouge. Au lieu d'employer ces alcaloïdes qui doivent leur basicité à des atones d'azote intranucléaires, les auteurs ont utilisé des bases de synthèse possédant un atome d'azote aminé convenablement substitué : ils ont obtenu des complexes iodobismuthiques remarquablement solubles dans certains solvants organiques. Ils ont pu ainsi isoler le bismuth de solutions au milliardième et caractériser le quart du microgramme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *J. Savard.* — **Sur la constitution de la pulégone, des alcoylpulégols tertiaires et des alcoyl-pulégènes.**

La pulégone ordinaire n'est pas un individu chimique unique, mais un mélange contenant avec de la véritable pulégone [forme β, Δ — 4 (8)], 15 à 18 % d'isopulégone (forme α, Δ —8). Les β — pulégols, tertiaires sont mélangés dans la même proportion, sensiblement, d'α —pulégols (isopulégols). Les alcoylpulégènes sont des mélanges en proportions variables des deux formes α et β du méthylpulégène dont l'origine, sinon la proportion, remonte à la pulégone elle-même.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Emile André et Henri Canal* (prés. par M. Charles Moureu). — **Contribution à l'étude des huiles d'animaux marins, Squalène et Spinacène.**

Les deux chlorhydrates de spinacène et de squalène peuvent être dédoublés en deux constituants, dont la solubilité, le point de fusion et la teneur en chlore sont différents. Ils fondent à 107-108° mais peuvent être mélangés sans que leur point de fusion s'abaisse, bien que leurs compositions chimiques ne soient pas identiques. Il n'en est pas de même cependant des deux composés qui fondent à 143-145°; le point de fusion de leur mélange est seulement de 139-140°.

Les auteurs pensent pouvoir conclure que le spinacène et le squalène ne sont pas des espèces chimiques définies.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *Fromaget* (prés. par M. Ch. Depéret). — **Sur l'extension et les affinités des faunes fossiles de l'Indo-Chine.**

Dans une Note antérieure, l'auteur a indiqué la succession stratigraphique des divers étages primaires, secondaires et tertiaires du centre de l'Indo-Chine. Il résume aujourd'hui la distribution géographique de ces faunes et leurs affinités avec diverses régions de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique.

BOTANIQUE. — *Jean Motte* (transm. par M. Flahault). — **Sur la cytologie des Mousses.**

L'auteur publie les résultats qu'il a obtenus relativement aux chloroplastes, aux vacuoles et aux granulations intracytoplasmiques, par l'examen vital de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur mâle des espèces suivantes : *Rhynchostegium megapolitanum* Br. Eur.; *Hypnum fluitans* L.; *Mnium punctatum* L.; *Funaria hygrometrica* Hedw.

PHYSIOLOGIE. — *F. Henrijean* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la genèse de la contraction rythmique du cœur.**

La contraction rythmique du cœur dépend de l'action de centres agissant comme des condensateurs : la décharge du nœud de Tawara produit l'excitation qui provoque la contraction des ventricules; celle du nœud de Freith et Flack agit sur le tissu moins différencié de l'oreillette et sur le nœud de Tawara dont elle accélère la décharge.

Les électrolytes et aussi des corps comme l'éther et le chloroforme peuvent modifier la « capacité », c'est-à-dire l'activité et la sensibilité des nœuds.

ZOOLOGIE. — *L. Fage* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Les formes épitoques des Euniciens (Annélides polychètes).**

L'épitoquie, que l'on considérait jusqu'ici comme exceptionnelle dans la famille des Euniciens, s'y présente avec une certaine fréquence et suivant deux types bien différents. L'un, qui est du type le plus habituel aux autres Polychètes, est réalisé chez les *Staurocephalus* où l'épitoquie est caractérisée par le grand développement des yeux, l'allongement considérable des soies et la présence de soies en arête effilée qui font défaut aux individus atoques. Chez les autres Euniciens observés, les cellules sexuelles n'occupent qu'une partie limitée du corps. Dans la région épitoque, une suractivité excrétrice considérable se manifeste par une abondante production de pigment dans les cellules sexuelles colorées en rouge, en vert ou en violet.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *René Fabre* (prés. par M. L. Guignard). — **Contribution à l'étude de l'hématoporphyrine.**

L'auteur utilise la technique spectrophotométrique de détermination de la répartition de l'intensité dans le spectre de fluorescence pour établir un document susceptible de permettre l'identification de l'hématoporphyrine dans divers produits de l'organisme. Il lui a été possible de doser l'hématoporphyrine mise en évidence par Derrien dans les glandes de Harder du rat blanc.

HÉMATOLOGIE. — *L. M. Bétancès et J. de Luna* (prés. par M. Henneguy). — **Le rôle des lymphocytes et granulocytes dans la réparation de tissus lésionnés chez l'Écrevisse.**

Les granulocytes de l'Ecrevisse, malgré leur fonction dite phagocytaire, ne paraissent pas jouer dans ce processus un rôle vital actif; ils dégénèrent de même que les lymphocytes, leurs granulations restent anucléées, se dissolvent ou sont éliminées et les auteurs ne peuvent que soupçonner que le produit de ces granulations se transforme, et peut-être sert-il à la synthèse d'un autre produit utilisable par les tissus.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *H. Guillemard* (prés. par M. Desgrez). — **Sur l'azotémie au cours du mal de montagne.**

Une accumulation notable de substances azotées non protéiques dans le sang paraît bien coïncider, chez l'homme, avec la crise du mal de montagne. Au point de vue pathogénique, la fatigue musculaire se montre, à elle seule, incapable de déterminer ces accidents; il faut donc incriminer l'anoxhémie, tout en considérant la fatigue comme un facteur possible d'aggravation.

HYGIÈNE. — *J. Duclaux et P. Jeantet* (prés. par M. Roux)

Digitized by Google

— **Transparence des eaux naturelles aux rayons ultra-violets.**

L'étude de la transparence des eaux naturelles aux rayons ultra-violets donne des renseignements précieux et souvent décisifs sur la valeur hygiénique de ces eaux. Les éléments suspects que peuvent contenir les eaux les rendent opaques.

En ce qui concerne les nitrates, non seulement leur présence n'est pas une preuve de l'impureté des eaux, mais elle est le plus souvent la meilleure garantie de leur pureté. Au contraire les nitrites sont essentiellement suspects.

P. GUÉRIN.

Séance du 9 novembre 1925.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Gunther* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un lemme de M. Poincaré.**

HYDRAULIQUE. — *De Sparre.* — **Calcul du coup de bélier maximum dans une conduite alimentant une turbine à forte réaction pour une vitesse de fermeture constante.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Const. Parvulesco* (prés. par M. H. Andoyer). — **Sur la dynamique des nébuleuses spirales.**

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *P. Lejay* (trans. par M. G. Ferié). — **Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance.**

La disparition de la charge du nuage entraîne une variation brusque du gradient électrique, variation qui, comme le démontrent le calcul et l'expérience, se fait sentir à grande distance et pouvant dépasser 400 volts par mètre à 30 kilomètres de l'orage. Par l'emploi de son électromètre à lampes (*C. R.* 178, 1924, p. 2171) auquel il a adjoint un amplificateur, l'auteur a pu déceler à 100 kilomètres de variations de l'ordre du volt par mètre.

Les parasites orageux se propagent à grande distance et leurs actions sur une antenne et sur un cadre peuvent être différentes en intensité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Léon Guillet.* — **Influence des déformations sur les transformations de certains alliages légers à base d'aluminium.**

Certains alliages légers à base d'aluminium acquièrent des propriétés particulières par une trempe faite vers 500° et un revenu qui, dans certains cas, peut se produire dès la température ordinaire. L'auteur a étudié l'influence de la pression sur ces transformations. Les éprouvettes ont été trempées à 475° dans l'eau à + 15°. Les essais ont montré que la déformation apportée par l'étirage active la transformation du duralumin; pour l'alliage aluminium-cuivre-manganèse, il apparaît que l'étirage même le plus faible produit un écrouissage très notable. Les transformations ne s'accusent par aucun changement notable de la structure.

— *Paul Pascal* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Magnétochimie des chaînes fermées.**

L'auteur a exposé précédemment (*C. R.* 180, 1925, p. 1596) que la désaturation progressive d'une chaîne carbonée ou azocarbonée donnait lieu à une dépréciation croissante du diamagnétisme, à condition de ne pas aboutir à la structure nucléaire, caractérisée au contraire par une exaltation diamagnétique. La démonstration était basée sur l'étude des chaînes ouvertes ou fermées à six éléments. Dans cette nouvelle note, il démontre que ces propriétés s'étendent aux chaînes de longueur quelconque, en discutant les susceptibilités moléculaires χ_m de quelques corps préparés spécialement dans ce but.

— *E. Jouguet* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Ondes de choc et combustion résiduelle irréversible.**

L'auteur avait ébauché en 1906, l'étude des ondes de chocs et combustion dans lesquels la combustion est incomplète et qui sont suivies d'une combustion résiduelle irréversible : il n'avait pas vu, à cette époque, dans les phénomènes, d'application précise. Il reprend, dans cette note, l'étude de la théorie de ces ondes, en raison des expériences de MM. Audibert et Laffitte, qui semblent indiquer que de telles ondes jouent un rôle dans la détonation des explosifs solides et dans la période d'établissement de l'onde explosive dans les gaz.

— *J. Cournot* et *K. Sasagawa* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur la viscosité à chaud de quelques alliages.**

A l'aide d'un appareil construit par eux, les auteurs ont déterminé, à différentes températures, les vitesses d'écoulement sous différents efforts et les limites de viscosité pour des alliages ayant des emplois industriels. Les résultats sont résumés en deux tableaux. Il s'en dégage que l'acier rapide est très supérieur aux aciers ordinaires et lui-même inférieur à l'alliage fer-nickel-chrome; l'acier silicium-chrome légèrement préférable à ce dernier alliage au-dessous de 575°, devient plus fluide que lui au-dessus de cette température et rejoint l'acier rapide vers 700°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Perpérot* (prés. par M. Charles Moureu). — **L'action du gaz ammoniac sur les chlorures de phosphore.**

L'auteur croit pouvoir conclure que l'ammoniac transforme les chlorures de phosphore en amines conformément à l'équation :

$$PCl^n + 2n\,NH^3 = P(NH^2)^n + n\,NH^4Cl.$$

Cependant, en raison de la difficulté qu'on trouve à séparer totalement le NH^4Cl de l'amine, il se peut qu'elle ne soit pas encore libre et que le produit primaire de la réaction soit un composé d'addition qui se composerait plus ou moins facilement ensuite pour donner un mélange de l'amine $P(NH^2)^n$ et de NH^4Cl, si bien que les équations de réactions seraient en somme :

$$PCl^n + 2n\,NH^3 \rightarrow PCl^n,\ 2n\,NH^3 \rightarrow P(NH^2)^n + n\,NH^4Cl.$$

— *V. Auger* et *T. Karantassis* (prés. par M. A. Béhal). — **Sels complexes de l'iodure stanneux avec les iodures de rubidium et de cœsium.**

En partant d'une solution tiède de IRb acidulée par IH à laquelle on ajoute de l'iodure stanneux pulvérisé on obtient un stanno-iodure de rubidium SnI^3Rb; si l'on sature la solution de I Rb avec I^2Sn, à refus et à chaud, on obtient Sn^2I^5Rb.

En opérant de même avec ICs, on obtient SnI^3Cs et Sn^2I^5Rb.

Ces sels relativement stables à l'état sec, s'oxydent à l'air et noircissent avec formation partielle d'iodostannate SnI^6M^2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Albert Kirrmann* (prés. par M. Moureu). — **Action du sodium métallique sur les dérivés bromoéthyléniques.**

Les dérivés bromoéthyléniques réagissent facilement sur le sodium pulvérulent en produisant des carbures; la réaction se déclanche rapidement, au bain-marie pour les premiers termes, dès 0° pour les termes élevés. Cette action, déjà observée par Delacre sur un dérivé chloré, semble être tout à fait générale. Les produits obtenus sont le carbure éthylénique $R{-}CH = CH^2$; le carbure acétylénique vrai $R{-}C \equiv CH$; des produits de condensation.

CHIMIE. — *Er. Toporescu* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur le cracking de l'ozokérite.**

Les résultats pratiques obtenus dans le cracking des différentes huiles minérales en présence du chlorure d'aluminium ont conduit l'auteur à penser que la benzine provient surtout de la décomposition des paraffines. Ses recherches ont porté sur les cracking de l'ozokérite qui lui semblait devoir conduire à des résultats analogues. Ses expériences paraissent pouvoir contribuer à l'explication de la formation du pétrole.

Digitized by Google

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *B. Bogitch* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Sur le raffinage des mattes. Action du sulfate de soude.**

L'auteur a étudié l'action du sulfate de soude sur l'oxydation des métaux dans le but de préciser le rôle que joue ce sel dans le raffinage des mattes. Les essais ont porté sur le fer, le nickel et le cuivre. Tous sont oxydés par le sulfate de soude, à des degrés différents : pour le fer et le nickel la proportion du métal oxydé est bien supérieure à celle qu'on aurait dû obtenir en partant de la quantité d'oxygène disponible contenue dans le sulfate ; mais SO^2 provenant de la décomposition du sulfate se décompose également cédant O et S aux métaux.

— *A. Mailhe* (transm. par M. Paul Sabatier). — **Nouveau procédé de blanchiment des essences de cracking et de catalyse.**

Le chlorure stanneux réagit d'une manière parfaite sur les essences de cracking et de catalyse pour les décolorer et séparer les carbures facilement polymérisables. Il joue le double rôle de corps réducteur et de corps condensant. Le chlorure est peu modifié par le traitement de l'essence et peut servir pour d'autres opérations ; lorsque son action diminue on peut le régénérer par l'acide chlorhydrique. La méthode est applicable au traitement des benzols bruts.

L. FRANCHET.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Un essai sur les Pommes de terre montagnardes.**

Les maladies de la dégénérescence, qui causent à l'heure actuelle tant de préoccupations en Europe et dans le Nouveau Monde, paraissent rares en montagne. Leur importance reste plus faible que dans la plaine. Des tubercules, récoltés à Pralognan (Savoie), cultivés à Fontainebleau, n'ont présenté ni l'enroulement, ni la mosaïque. Mais les principales lignées devront être suivies pendant deux autres générations pour savoir ce qu'elles deviennent au point de vue de la dégénérescence.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet, Oxner* et *J. Richard.* — **L'alimentation à la viande crue et à la viande cuite chez les poissons.**

D'expériences poursuivies sur six Tanudes (*Cantharus grisens* Cuv.), il résulte que la viande soumise à la cuisson, différente par conséquent de l'alimentation normale, entraîne, sinon toujours le dépérissement et la mort, au moins une diminution dans la rapidité du croît.

Ainsi, pour les Poissons, comme pour les Mammifères, la cuisson de la viande diminue sa valeur nutritive.

— *Henri Piéron* (prés. par M. Henneguy). — **La loi de Bunsen-Roscoe s'applique-t-elle à l'excitation lumineuse des Invertébrés ? (Résultat de recherches sur *Mya arenaria*).**

On a soutenu, dans un grand nombre de travaux sur le phototropisme et sur les lois de l'excitation lumineuse chez les Invertébrés, que la loi photo-chimique de Bunsen-Roscoe (constance de la quantité d'excitation liminaire, quelle que soit la durée d'excitation jusqu'à une certaine limite de sommation) s'appliquait toujours. En reprenant, sur *Mya arenaria*, des expériences d'excitation lumineuse, l'auteur montre que cette loi n'est pas valable.

— *Robert Lévy* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur les propriétés hémolytiques des pédicellaires de certains Oursins réguliers.**

Les pédicellaires des Oursins réguliers, reconnus jusqu'ici comme toxiques, contiennent des toxines hémolytiques qui ne manifestent leur action qu'en présence de lécithine ou de vitellus de Poule. Ces toxines peuvent se trouver non seulement dans les pédicellaires gemmiformes porteurs de poches glandulaires, mais aussi dans les tridactyles qui sont dépourvus de telles poches.

L'hémolyse par les toxines de pédicellaires d'Oursins est due à un processus catalytique tout à fait analogue à celui qui a été précédemment mis en évidence par les venins de Serpents, de Scolopendre, d'Abeille et de Scorpion.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Jean Tilho.* — **Sur l'aire probable d'extension maxima de la mer paléotchadienne.**

Ayant établi l'incontestable autonomie du bassin hydrographique dont le lac Tchad constitue le dernier vestige, l'auteur a recherché quelles furent les lignes de rivage de cette ancienne Caspienne africaine lors de sa plus grande extension et par quels tributaires elle était approvisionnée. D'après lui, la mer paléotchadienne se trouvait divisée en deux lacs dont l'ensemble couvrait une superficie d'environ 200.000 kilomètres carrés, représentant près des deux tiers de la mer Caspienne actuelle.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Schokalsky.* — **Expédition océanographique de la mer Noire.**

La température de la mer Noire décroît en été et, en hiver, reste presque sans changement, environ jusqu'à 150 mètres ; plus bas elle augmente de nouveau et à 2000 mètres on observe 8° 92—8° 95 C. La salinité croît depuis la surface jusqu'au fond. La densité suit la même règle.

Les études de l'eau de mer à différentes profondeurs permettent de supposer que l'hydrogène sulfuré provient principalement de la réduction des sulfates sous l'influence de la matière organique.

— *B. Nikitine.* — **Sur la distribution du plankton de la mer Noire.**

En ce qui concerne le benthos, on peut affirmer que la vie du fond disparaît vers 200-225 mètres. La limite inférieure du plankton peut être fixée à 200 mètres. Dans la couche supérieure le plankton est de beaucoup plus riche jusqu'à 50 mètres.

Le zooplankton d'hiver est très pauvre ; le phytoplankton d'hiver n'est pas riche non plus.

La cause principale qui influe sur la distribution verticale du zooplankton est la température.

PÉDOLOGIE. — *A. Demolon* (prés. par M. Lindet). — **Sur la matière argileuse des limons quaternaires.**

La matière argileuse des limons peut être considérée comme un mélange suspensoïde d'alumosilicates kaoliniques, de ferrisilicates isomorphes des précédents, de limonite et de quartz.

Les faits exposés dans cette Note permettent de ranger les alumosilicates des argiles des limons, analogues d'ailleurs aux argiles des marnes, dans la catégorie des silicates zéolithiques à noyau kaolinique et de les différencier nettement de la kaolinite proprement dite des kaolins.

PÉTROGRAPHIE. — *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur deux formes nouvelles du quartz dans les porphyres pétrosiliceux : quartz lamelleux et sphérolithes à quartz grenu.**

Les porphyres pétrosiliceux subissent dans leur gisement des transformations profondes. La pâte amorphe cristallise de manière incomplète suivant un mode grenu, lamelleux ou globulaire. Le quartz grenu et le quartz lamelleux se développent. Les sphérolithes à quartz grenu évoluent dans le sens d'une unification de l'orientation ou bien engendrent par leur groupement une masse de quartz grenu. Enfin celui-ci passe au quartz granulitique et au quartz en plage.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Jean Piveteau* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur la signification du sternum des Vertébrés.**

Trois exemples pris dans le groupe des Reptiles (*Feylinia. Sphenodon* et genre fossile *Tangasaurus*) montrent qu'il n'est plus possible de considérer le sternum comme une entité morphologique et qu'on ne peut le définir qu'en se plaçant à un point de vue physiologique. C'est une pièce

Digitized by Google

destinée à fermer ventralement le thorax et qui se constitue par les moyens les plus divers.

— *R. Anthony* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur un cerveau de fœtus de Mégaptère.**

De la comparaison d'un cerveau de fœtus de *Megaptera boops* L. avec des cerveaux de Cétacés adultes, il ressort que c'est la rhinale qui joue chez les Cétacés le rôle de sillon d'operculisation et que ce que l'on appelle chez les Cétacés la scissure de Sylvius est, en réalité, une pseudosylvia extraordinairement profonde et dont on voit d'ailleurs l'ébauche, chez le cerveau observé, entre la rhinale et l'ectosylvia.

ENTOMOLOGIE. — *Raymond Poisson* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Quelques observations sur l'*Anisops producta* Fieb. (Hémiptère *Notonectidæ*).**

Les *Anisops* adultes rechèrchent de préférence lés larves de Chironomides et surtout de Culicides et d'Anophélides ; ils en font même de véritables hécatombes et l'on peut les considérer comme des auxiliaires possibles, non négligeables dans la lutte contre ces Diptères.

Au point de vue de l'anatomie microscopique, l'auteur mentionne l'existence chez l'*A. producta* de très belles cellules trachéales colorées en rouge cerise. Elles constituent dans la cavité abdominale deux bandes rouges, droite et gauche, analogues comme aspect général aux « organes rouges » décrits chez la larve de *Gastrus equi* Fabr.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Emile F. Terroine, R. Bonnet* et *A. Hée* (prés. par M. Guignard). — **Rendement énergétique dans le développement de divers organes végétaux en fonction de la teneur en oxygène du milieu ambiant.**

Quelle que soit la concentration du milieu en O^2, la valeur du rendement énergétique reste constante. C'est dire, par là même, que la variation de la quantité de comburant offerte aux organismes étudiés (développement du *Sterigmatocystis nigra*, germination des graines de Lentille et de Soja noir) ne modifie pas plus la dépense d'entretien de ces organismes que ne le fait la variation de combustible. C'est dire, par conséquent, que c'est dans la seule intimité de l'organisme qu'il faut aller chercher les causes de la grandeur des combustions et non dans les conditions extérieures de leur existence.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Mme Anna Drzewina* et *Georges Bohn* (prés. par M. Henneguy). — **Sur l'acidification du milieu par cytolyse cellulaire.**

Si toute *Convoluta* passant au voisinage d'une autre en voie de cytolyse est frappée à son tour, comme si elle était contagionnée, c'est parce que, autour et à proximité immédiate d'une *Convoluta* en cytolyse, le liquide ambiant s'acidifie de façon si intense que cette acidification est mortelle pour tout individu qui pénètre dans sa zone d'action. L'eau autour des *Convoluta* cytolysées par le rouge neutre rougit fortement, révélant ainsi une acidification.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Mélanges de mathématiques et de physique, par EMILE PICARD, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. In-8 de 364 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Dans cet ouvrage, l'éminent secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie Française, a réuni un certain nombre de Notices consacrées à la vie et à l'œuvre de savants illustres, à des questions d'actualité de physique et de mathématiques, ou à des considérations philosophiques et historiques sur le sens et la portée de la science.

G. Halphen, Karl Wierstrass, Ch. Hermitte, Abel, H.-G. Leuthen, Pascal, Marc Seguin, Bréguet, Fizeau, Pasteur ont fait l'objet de biographies où sont analysées avec beaucoup de clarté et une très grande élévation de vue les principales de leurs œuvres. Ces biographies constituent une importante contribution à l'histoire de la pensée scientifique et rappellent, par l'élégante sobriété du style et la vigueur de la pensée, celles de Fontenelle, d'Arago, de Joseph Bertrand et de Marcellin Berthelot.

Il serait bien difficile de dégager, même sommairement, les idées générales des Notices consacrées à quelque point particulier de mathématique ou de physique. Mentionnons simplement les titres de quelques-unes d'entre elles : sur une équation aux dérivées partielles de la théorie de la propagation de l'électricité ; sur la rotation d'un système déformable ; le problème des trois corps ; la théorie de la relativité et ses applications à l'Astronomie. Dans ce dernier travail notamment, M. Emile Picard a su dégager, en quelques pages, avec une rare objectivité, les fondements des doctrines relativistes et en exposer les applications à l'astronomie susceptibles de vérifications expérimentales.

Les autres Notices sont consacrées à discuter les principes, les méthodes et la valeur de la science, ou à suivre son évolution. Citons celles qui ont pour titre : quelques réflexions sur la Mécanique ; les principes de l'analyse et de la géométrie ; de la science ; une introduction à l'histoire des sciences. M. Emile Picard admet que la science a dû être, à l'origine, essentiellement pratique et que les spéculations désintéressées se sont présentées souvent comme un complément heureux de recherches faites dans un but utilitaire. Cependant les sources du progrès seraient vite taries si la science bornait trop exclusivement son action à des fins pratiques. Sur la valeur même de la science, les idées de M. E. Picard mettent en garde contre tout optimisme exagéré. Sans doute, la science tend-elle à être de plus en plus objective : « Il n'en faut pas moins reconnaître que l'objectivité complète de la science est une chimère ; créée par nous et avec nos organes, notre science est à notre mesure, et sera toujours en quelque manière dépendante de nos rapports avec le monde extérieur. Aussi y a-t-il une forte part d'illusion chez ceux qui regardent la science comme devant faire connaître les énigmes de l'Univers. Le nombre paraît en diminuer chez les savants ; peut-être augmente-t-il chez ceux pour qui la Science n'est qu'un sujet de dissertation, et qui cherchent surtout à opposer une idole à d'autres idoles. »

A. Bc.

Rapports et discussions publiés par la commission administrative de l'Institut et MM. les secrétaires du Conseil sur *Cinq questions d'actualité*. (*Premier conseil de chimie*, tenu à Bruxelles du 21 au 27 avril 1922 sous les auspices de l'Institut international de chimie Solvay.) Gauthier-Villars, Paris. — Prix : 30 fr.

Ce volume renferme les rapports présentés au premier Congrès International de Chimie Solvay, tenu à Bruxelles, en 1922, sur des questions très générales de physico-chimie et le résumé des discussions auxquelles ces rapports ont donné lieu.

Cinq rapports ont été présentés : sur l'isotopie et la radio-activité par M. F. Soddy ; sur la structure molécu-

Digitized by Google

laire et les rayons X par Sir W. H. Bragg ; sur la structure moléculaire et l'activité optique par Sir William Pope ; sur la valence par M. Charles Mauguin ; sur la mobilité chimique par M. André Job.

Le titre seul de ces rapports indique qu'ils traitent des questions les plus actuelles et les plus controversées, dont aucun chimiste ou physicien ne saurait se désintéresser. Il mérite d'être lu attentivement et il suggère les réflexions les plus instructives sur les méthodes et les résultats des fructueuses recherches qui se poursuivent actuellement pour pénétrer la structure de la matière et le mécanisme des réactions chimiques. A. Bc.

Théorie dynamique des gaz, par J. H. Jeans. Traduit sur la troisième édition anglaise par A. Clerc ; In-8° de 510 pages. (*Collection de monographies scientifiques étrangères* publiée sous la direction de M. G. Juvet). Albert Blanchard, 6, rue de la Sorbonne, Paris. — Prix : 50 fr.

Le livre de M. Jeans en est à sa troisième édition anglaise. C'est un succès d'autant plus remarquable que l'ouvrage n'est pas d'une lecture toujours aisée et qu'il ne peut être compris véritablement que par les lecteurs possédant une certaine culture mathématique. Mais l'exposition est toujours très nette, les démonstrations toujours rigoureuses, le sens et la portée physique des résultats toujours soigneusement précisés. Aussi sommes-nous assurés que l'excellente traduction que nous donne M. Clerc aura, en France, un succès comparable à celui qu'a eu, en Angleterre, l'ouvrage original.

Il débute par un exposé de la mécanique statistique et par l'étude de la loi de distribution des vitesses moléculaires. Viennent ensuite l'étude des propriétés des gaz en l'état permanent (calcul des pressions, équations d'état, calorimétrie, etc.). Les chapitres suivants sont consacrés aux propriétés des gaz qui ne sont pas en état d'équilibre statistique, à la notion du libre parcours, à la viscosité, à la conduction de la chaleur, à la diffusion, etc. La mécanique statistique classique s'est heurtée à des difficultés insurmontables, notamment en ce qui concerne l'établissement théorique des lois du rayonnement thermique ; c'est pour les résoudre que Planck a imaginé sa théorie des quanta. M. Jeans nous donne, dans la dernière partie de l'ouvrage, un exposé très clair et très complet de cette théorie. A. Bc.

Leçons d'électricité professées à l'Institut électro-technique de Montefiore annexé à l'Université de Liége, par Eric Gérard. Tome premier (Lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme. Mesures électriques et magnétiques). Neuvième édition, revue et mise à jour par M. Léon Bouthillon. In-8° de 509 pages avec 205 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 fr.

Eric Gérard, né en 1857, mort en 1915, fut le fondateur et le directeur de l'Institut électro-technique de Montefiore où, dès l'origine des grandes applications industrielles de l'électricité, il créa un enseignement théorique et pratique de la science électrique. En 1890, il publia la première édition de ses « Leçons d'électricité » qui connurent un très grand succès. La huitième édition, parue du vivant de l'auteur, étant épuisée, les éditeurs publient une édition posthume qu'ils ont fait soigneusement revoir et mettre à jour des progrès de l'électricité. L'ouvrage comprendra quatre volumes. Le premier, que nous signalons à nos lecteurs, expose les lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme. L'édition nouvelle diffère des précédentes par une refonte complète de la théorie des ondes électromagnétiques et par l'addition d'une partie nouvelle où sont étudiées la science de l'électron et ses principales applications. Ces remaniements sont l'œuvre de M. Léon Bouthillon, ingénieur en chef des télégraphes, répétiteur à l'École polytechnique. A. Bc.

La conductibilité électrique du corps humain, par André Strohl, professeur à la Faculté de médecine d'Alger. Préface de M. G. Weiss, doyen de la Faculté de médecine de Strasbourg. Un vol. in-8° de 130 pages et 16 figures. Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain, Paris. — Prix : 15 fr.

M. Strohl fait d'abord une étude critique des nombreux résultats obtenus sur la résistance électrique des tissus de l'organisme. Il expose ensuite les recherches qu'il a lui-même entreprises et qui lui permettent de déterminer les résistances et les polarisations dans des temps de l'ordre du centième de seconde, du millième ou même dans un temps moindre encore.

Il a pu ainsi évaluer la résistance apparente des tissus traversés par un courant très court, aux diverses périodes de ce passage, puis il a cherché par le calcul si une force contre-electromotrice pouvait être beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait trouvée jusqu'à lui et atteindre, dans certains cas, les quatre cinquièmes de la force électromotrice de la source.

Pour s'assurer qu'il en est bien ainsi et que les effets observés ne sont pas dus à des changements de la résistance des tissus, il détermine directement la force contre-électromotrice de polarisation, montre son importance et la rapidité avec laquelle elle tombe aussitôt le courant polarisant interrompu, ce qui fait que sa grandeur a échappé aux expérimentateurs. Il montre enfin quelle est l'influence de ces phénomènes sur les déterminations de la valeur de l'excitation électrique.

Il montre toute l'importance que peut présenter pour la physiologie et la pathologie, la mesure des forces contre-électromotrices de polarisation :

« La perméabilité sélective des membranes, dont dépend la polarisation, est liée à l'intégrité vitale des tissus et disparaît (au moins en majeure partie) avec elle. Sur le vivant, elle est influencée par le système nerveux, probablement végétatif.

« A ce point de vue, l'on doit considérer la mesure de la force contre-électromotrice de polarisation, ainsi que celle de la résistance initiale, comme pouvant constituer d'utiles modes d'exploration de certaines fonctions organiques. » A. Bc.

Leçons élémentaires de chimie-physique, par Ed. Chauvenet, professeur à la Faculté des Sciences de Caen. In-8 de 300 pages et 119 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Depuis que Lavoisier, en introduisant la balance, instrument de physique, dans l'étude des réactions chimiques, fait de la chimie une véritable science, les techniques et les théories tirées de la physique n'ont cessé de la vivifier et de lui faire réaliser de nouveaux progrès. Le spectroscope, l'électroscope et l'électromètre, le polarimètre, le réfractomètre, le calorimètre, etc., sont d'un emploi journalier dans les laboratoires de chimie. La thermochimie, la thermodynamique et les multiples lois qu'elle a permis d'établir (loi du déplacement de l'équilibre, loi des phases, loi d'action des masses, etc.), la théorie des ions, les théories de l'atome, etc., nous fournissent des indications précises sur la composition des systèmes lorsque l'équilibre a été réalisé, sur le sens de leur évolution lorsque l'équilibre est détruit et nous permettent de nous faire une image du mécanisme des di-

Digitized by Google

verses transformations chimiques. Il n'est pas possible au chimiste d'ignorer ces techniques ou ces théories.

Malheureusement la formation scientifique et surtout mathématique de beaucoup de jeunes chimistes est trop incomplète pour qu'ils puissent lire avec profit les divers traités de chimie physique et les monographies relatives à des points particuliers de cette science qui existent en langue française, soit qu'ils aient été rédigés par des savants français, soit qu'ils aient été traduits de l'étranger. C'est à ceux-là surtout que s'adresse l'ouvrage que vient de publier M. Chauvenet. Il est d'une lecture très aisée, l'appareil mathématique n'y joue qu'un rôle insignifiant et ne rebutera aucun lecteur. Sans doute, et l'auteur le reconnaît dans sa préface, l'ouvrage est loin de constituer un traité complet de physico-chimie. Mais il contient les notions essentielles relatives aux poids moléculaires et atomiques, aux classifications chimiques, à l'atome, à la constitution des combinaisons, à la thermochimie, à la cinétique et à la statique chimiques, aux solutions, à l'électrochimie, à la spectrochimie, à l'analyse thermique. Muni de ces connaissances, le chimiste possédera une culture qui lui permettra de lire les ouvrages plus complets ou plus spéciaux et qui lui sera aussi d'un grand secours dans la pratique courante du laboratoire. Aussi sommes-nous certains que les étudiants de nos facultés préparant les divers certificats de chimie ou le diplôme d'ingénieur chimiste et, d'une façon générale, toutes les personnes désireuses de suivre le mouvement de la science chimique contemporaine, feront le meilleur accueil à l'ouvrage de M. Chauvenet qui répond à un besoin et vient à son heure.

A. Bc.

Introduction aux principes de la chimie physique du point de vue de l'atomistique et de la thermodynamique modernes, par Edward W. Washburn. Traduit sur la deuxième édition anglaise par Henri Weiss et Albert Noyes. Préface de J. Perrin. In-8 de 576 pages avec 83 figures. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Nous ne saurions mieux faire, pour présenter l'ouvrage à nos lecteurs que de citer la préface de M. Jean Perrin :

« J'ai grand plaisir à présenter au public français la traduction du livre du Professeur Washburn sur « Une introduction aux Principes de la Chimie Physique ». Ce titre est trop modeste et il s'agit réellement d'un Traité d'ensemble clair, précis et condensé.

« Les conquêtes modernes de l'Atomistique sont prises comme point de départ de l'exposition, mais le point de vue énergétique n'est pas négligé; notamment, la Règle des phases est présentée de façon remarquablement instructive avec des exemples qui constituent une contribution originale à la question.

« Le lecteur remarquera avant tout ce qui a rapport aux solutions, sujet où les travaux personnels de M. Washburn ont rendu, comme on sait, de grands services à la science.

« Bref, je ne doute pas que ce livre trouve bon accueil chez les étudiants français auxquels il sera très utile. »

A. Bc.

Dictionnaire aide-mémoire de Botanique, par C.-L. Gatin, docteur ès-sciences, ingénieur agronome, chef des travaux de l'École des Hautes Études. Petit in-8° de 847 pages sur 2 colonnes, 700 figures, cartonné. Paul Lechevalier, éditeur, 12, rue de Tournon, Paris. — Prix : 70 francs.

L'auteur de cet ouvrage est mort pour la France, à Verdun, le 26 février 1916, en menant à l'assaut la compagnie qu'il commandait. Sa veuve et ses amis, M. F. Mrain, le Professeur Perrot et l'éditeur J. Lechevalier, ont voulu honorer sa mémoire en assurant la publication de l'œuvre considérable à laquelle il avait consacré ses dernières années et qui est précisément le Dictionnaire de Botanique que j'ai l'honneur de présenter aux lecteurs de la *Revue Scientifique*.

Que dire d'un tel ouvrage si ce n'est qu'il est assuré du succès. Il vient, en effet, combler fort heureusement une lacune que déploraient, depuis longtemps, tous ceux qui s'intéressent à la biologie végétale.

Riche de 30.000 mots, ce Dictionnaire, qui est aussi un véritable aide-mémoire, renferme à peu près tous les termes qui peuvent se présenter au débutant, au cours de ses études, et au travailleur des laboratoires, au cours de ses recherches bibliographiques. On y trouve non seulement les définitions des termes morphologiques, anatomiques et histologiques français, ainsi que l'équivalent précis des mots latins, anglais et allemands couramment employés par les botanistes, mais également une courte description de toutes les familles de Phanérogames, des principales familles de Cryptogames, de tous les groupes d'ordre plus élevé, de tous les genres de plantes Phanérogames d'Europe et des principaux genres de plantes Cryptogames. On y trouve encore l'indication de la famille à laquelle appartiennent les genres de Phanérogames extra-européens et les principaux synonymes, la description des expériences de physiologie végétale, la formule et le mode d'emploi des réactifs microchimiques, le résumé des techniques employées en botanique, les principaux termes de génétique, de biologie et de physiologie en français, anglais et allemand, et enfin, dans ces trois langues, les noms vulgaires des plantes d'Europe et des plantes les plus importantes du monde. On voit donc quels services ce Dictionnaire rendra aux botanistes de carrière, maîtres et élèves, ainsi qu'aux amateurs; pour les uns et les autres il sera le livre qu'ils consulteront journellement avec d'autant plus de profit que l'auteur a pris soin de l'illustrer de nombreuses figures et diagrammes floraux. Il sera également très précieux aux botanistes étrangers, surtout anglais et allemands, en leur permettant de toujours traduire par le mot français exact les termes botaniques employés dans leur langue.

La rédaction d'un tel ouvrage, à la fois guide, aide-mémoire et vocabulaire, a exigé un effort considérable et un grand désintéressement. Pour entreprendre un travail de cette importance il ne suffisait pas de beaucoup de patience et de volonté, il fallait aussi une grande érudition, une connaissance approfondie, aussi bien théorique que technique, de toutes les branches de la biologie végétale. Ceux qui ont connu C.-L. Gatin savent que rien de tout cela ne lui manquait, ils ne seront donc pas surpris de la valeur scientifique et pratique de son œuvre posthume.

Celle-ci sera certainement aussi vite connue qu'appréciée dans les milieux scientifiques. Je suis même persuadé que tous les botanistes français se feront un devoir de placer ce Dictionnaire dans leur bibliothèque, peut-être parce que c'est leur intérêt, mais surtout pour rendre à la mémoire du héros et du savant, que fut Charles Gatin, l'hommage de leur reconnaissance et de leur admiration.

Dr Albert Berthelot,
de l'Institut Pasteur.

L'équivoque d'Einstein, par Raymond Leredu, ingénieur des Arts et Manufactures. In-8 de 66 pages. Presses Universitaires de France, Paris. — Prix : 5 fr.

Digitized by Google

Si les doctrines relativistes ont d'ardents protagonistes, elles comptent des détracteurs non moins acharnés. C'est à cette dernière catégorie qu'appartient M. Leredu : « Je me propose d'apporter ici, écrit-il, contre la thèse relativiste, quelques arguments qui me paraissent concluants et qui nous libèrent de cette métaphysique rebutante où nous entraînait l'extension de l'idée de relativité jusqu'aux notions d'espace, de temps et de masse. » Il serait trop long de prendre parti dans ces discussions et d'examiner en détail les observations et les critiques de M. Leredu. Nous laissons aux lecteurs attentifs le soin de les apprécier. A. Be.

Cours de Topographie générale, par le capitaine H. Seignobosc, lauréat de la Société de Topographie de France. In-16 de 411 pages avec 332 figures et 2 planches. Charles Lavauzelle, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

La Société de Topographie de France a récompensé l'auteur de ce livre dont la 3e édition, revisée et augmentée, vient de paraître.

Cette édition aura le succès des précédentes. C'est une œuvre de vulgarisation, d'une utilité pratique pour l'arpenteur, l'explorateur, etc... avec de nombreuses figures qui éclairent un texte, très simple d'ailleurs, où l'on ne trouve aucune théorie compliquée.

La topographie élémentaire est parfaitement exposée en 200 pages; la topographie de précision donne la description de tous les instruments essentiels; l'ouvrage se termine par des renseignements sur la construction des cartes et des plans en relief, la photographie, la topographie militaire, deux annexes sont consacrées à la Règle éclimètre et à l'Alidade holométrique Goulier.

Ed. M.

Freud, l'homme, la doctrine, l'école, par Fr. Wittels. Traduit de l'allemand par Mlle L. C. Herbert. In-16 de 240 pages; Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Dans le numéro de cette revue, en date du 20 septembre dernier, nous insérions une notice sur le système de Freud, à propos du livre du Dr Laumonier. Après la lecture de l'ouvrage documenté de M. Wittels, courageusement traduit par Mlle Herbert, nous n'ajoutons ni ne retranchons à notre précédente étude sur le *Freudisme*. Nous n'avons non plus rien à modifier des appréciations dont nous l'avons accompagnée.

M. Wittels porte des jugements tantôt admiratifs, tantôt sévères, dont le sérieux ne saurait être mis en doute, sur la doctrine et les méthodes du Maître qu'il connaît bien, pour l'avoir beaucoup fréquenté à plusieurs reprises, et même, pour s'être, entre temps, brouillé avec lui. Nul ne paraît plus qualifié pour discourir sur l'inventeur de la psychanalyse, appliquée au traitement des névroses ou à l'exploration de la vie inconsciente. L'admiration de M. Wittels est peut-être quelque peu hyperbolique, et sa sévérité, souvent ironique; mais il nous avertit, dans sa phrase finale, qu'il s'agit d'un *Sigismond Freud, vu à travers un tempérament*.

M. Wittels affectionne le mode d'exposition qui consiste à entre-croiser, pour présenter son auteur, la biographie et la critique. Ce procédé assurément peut avoir du bon. La connaissance des étapes principales de la vie d'un savant éclaire la marche de sa pensée; car les progrès de ses hypothèses se rattachent aux événements importants, parfois à des circonstances fortuites, de son existence. Il n'en est pas moins vrai qu'on est surpris de trouver la discussion approfondie de la *névrose d'angoisse et de l'interprétation des rêves* encadrée, d'une part, entre le récit des séjours de Freud à Paris (auprès de Charcot), à Nancy (auprès de Bernheim), dans ses années de préparation, et, d'autre part, le portrait, longuement tracé, en une quinzaine de pages, de sa personne physique, intellectuelle et morale. De même sont résumées entre les chapitres relatifs à ses démêlés avec des commentateurs ou des collaborateurs, plus ou moins récalcitrants, les théories curieuses sur le *complexe de la castration, le narcissisme et la bipolarité affective*. Cet ordre de composition amène M. Wittels à s'attarder sur des détails multipliés, oiseux, insignifiants même, qui ralentissent l'intérêt scientifique, sans mettre ni en meilleur ni en plus grand relief l'œuvre examinée par lui. Ne dirait-on pas d'un groupe d'articles, — d'abord isolés, — réunis, sous un titre commun, en un volume dont le plan reste toujours un peu flottant.

Malgré ces réserves de pure forme, il faut reconnaître que le livre est substantiel et vigoureux, — très hardi dans la rédaction qui ne recule pas devant la technicité spéciale des expressions et des images, — original pour le fond, puisque le critique scrute avec indépendance et autorité des thèses nouvelles, dues à un chercheur opiniâtre, praticien consommé, dont le prestige a été considérable, presque incontesté, dans certains milieux professionnels de pathologie mentale, surtout en pays austro-germaniques. Loustau-Chartez.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Maxime Vincent. — Essais sur les principes des théories physiques, suivis d'une théorie dynamique de la masse. 2e édition. In-12 de 279 pages. Fischbacher, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Maxime Vincent. — La Gravitation thermodynamique et ses conséquences. La précession des équinoxes et l'inversion océanique. Premiers éléments de thermodynamique céleste. In-12 de 216 pages. Fischbacher, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

J. Javelot. — La Sphère génératrice des formes géométriques fondamentales. In-8° de 214 pages avec figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

J. Javelot. — La forme géométrique dans les réalités du monde extérieur. In-8° de 80 pages avec figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Manne Siegbahn. — The Spectroscopy of X-Rays. In-8° de 290 pages avec figures. Translated by George A. Lindsay. Oxford University Press.

Edmond Perrier. — Traité de Zoologie, fasc. VII. Les Batraciens. In-8° avec figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Mission Rohan-Chabot. — Angola et Rhodesia. T. IV, fasc. I. Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Poissons. In-4° de 169 pages avec planches. Geuthner, éditeur, Paris.

Dr L. Dubreuil-Chambardel. — Les variations du corps humain. In-18 avec figures (*Bibliothèque des connaissances médicales*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

G. Fano. — Le Cerveau et le Cœur. In-16 de 210 pages avec figures (*Nouvelle Collection Scientifique*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Le Gérant : M. Hedan.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 23 — 63e ANNÉE — 12 DÉCEMBRE 1925

LE PROBLÈME DE LA MESURE DES RADIATIONS

La Physique moderne donne une importance toujours plus grande au rayonnement et aux relations qui l'unissent à la matière ; elle en fait un des constituants essentiels de l'univers, si bien qu'à l'aphorisme cartésien : « tout est matière et mouvement », elle pourrait presque substituer celui-ci : « tout est charges électriques et rayonnement ». Ces deux éléments fondamentaux, elle ne les laisse d'ailleurs pas indépendants ; il n'y a rayonnement que par mouvement non uniforme de charges électriques (1).

Dès qu'un des éléments essentiels de l'univers a été reconnu, il devient important de pouvoir le mesurer ; toute théorie a besoin de données numériques pour s'alimenter. Je me propose de montrer ici où en est la question de la mesure des rayonnements. Ce problème, en réalité, se décompose en deux, l'un relatif à la mesure de l'élément qui caractérise l'*individualité* d'une radiation simple, l'autre qui en définit la *quantité* ou l'*intensité*. Tandis que, pour la première, nous sommes dans une situation à peu près satisfaisante, la seconde question, celle de la mesure des intensités, reste dans un état peu avancé, avec des méthodes encore assez imparfaites.

I

De tout rayonnement on peut extraire un certain nombre, fini ou infini, de *radiations monochromatiques*, qui en sont les éléments simples et indécomposables. L'individualité de chacune d'elles, qui se conserve à travers tous les accidents qu'elle peut subir, doit être définie par une donnée numérique caractéristique. La donnée naturelle résulte de la nature périodique des radiations simples ; chaque radiation est caractérisée par la *période* ou la *fréquence* du phénomène qui se propage ou, ce qui est plus commode, par sa *longueur d'onde*.

La mesure des longueurs d'onde est donc le premier problème que soulève la mesure des radiations. Pour une bonne partie du domaine des radiations, ces mesures sont sur une base pleinement satisfaisante. Dans le spectre visible et une partie de l'ultra-violet, jusque vers 0 μ 25, la précision des mesures est si grande que l'on a pu se demander parfois s'il y avait un intérêt quelconque à l'obtenir ; elle atteint facilement le millionième, précision bien rarement obtenue dans les mesures.

En réalité, les mesures précises de longueurs d'onde se sont montrées d'une importance capitale. On sait que la recherche des relations numériques entre les fréquences des radiations émises par un atome est un des problèmes les plus importants, peut-être le plus important de la Physique actuelle ; ce problème n'aurait même pas pu être abordé sans des données numériques très précises, et dans certains cas la précision du millionième n'est pas inutile. Quelques mots sur les débuts de ce chapitre de la physique montreront le rôle important des mesures précises.

Dès le début de la spectroscopie, l'idée vint

(1) La théorie des quanta limite la validité de la réciproque de cette loi ; le mouvement non uniforme d'un électron, au moins à l'intérieur d'un atome, n'engendre pas forcément un rayonnement.

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

que les fréquences des radiations émises par une même substance devaient être liées par des lois numériques ; l'analogie acoustique se présenta naturellement à l'esprit, et en particulier l'analogie avec le cas le plus simple où les diverses vibrations susceptibles d'être produites sont *harmoniques* de l'une d'elles. On chercha donc des rapports simples entre les fréquences émises par un même corps et, naturellement, on en trouva un certain nombre, exactes au degré d'approximation, alors assez modeste, des mesures. Ces relations s'évanouirent à mesure que les données numériques devinrent plus précises. En réalité, l'analogie acoustique était trompeuse ; nous savons aujourd'hui que les lois des vibrations électromagnétiques d'un atome ne ressemblent nullement à celles d'un corps sonore. C'est cependant en poursuivant la recherche de rapports commensurables entre les fréquences que Balmer trouva, en 1885, sa célèbre loi, qui fut le point de départ de toutes les recherches modernes sur les lois des fréquences dans les spectres. On connaissait déjà la série des raies de l'hydrogène représentée par la figure 488 ; une régularité y apparaît avec évidence, mais on n'avait pas réussi à trouver la loi qui relie les fréquences de ces raies. Balmer trouva entre elles des rapports non pas précisément simples, mais cependant commensurables. Si l'on représente par l'unité la fréquence de la raie rouge, les fréquences correspondant aux trois autres lignes de la partie visible du spectre sont représentées par les fractions

$$27/20 \qquad 189/125 \qquad 8/5$$

Des données déjà précises avaient été nécessaires pour donner un intérêt à cette constatation ; si, par exemple, les mesures n'avaient été exactes qu'au millième, un rapport tel que 189/125 aurait paru purement accidentel, tout nombre pouvant être exprimé d'une manière analogue avec une approximation meilleure que le millième. Mais, déjà à cette époque, l'incertitude sur les fréquences n'était que de quelques cent-millièmes ; les fractions commensurables trouvées par Balmer représentaient les fréquences avec la précision même des mesures ; la probabilité d'un accord accidentel était pratiquement nulle, et pour la première fois des rapports commensurables entre les fréquences étaient découverts. C'est en examinant ces rapports que Balmer trouva la loi qui donne les fréquences des diverses radiations émises par l'atome d'hydrogène :

$$\nu = N\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}\right)$$

N étant une constante et m un nombre entier au moins égal à 3. Nous sommes incapables de construire un modèle mécanique dont les vibrations satisfassent à cette loi ; les vibrations atomiques obéissent à d'autres lois que celles des corps élastiques, et doivent être étudiées en elles-mêmes.

On sait le magnifique développement pris par les études qui ont suivi la découverte de Balmer ; aujourd'hui beaucoup de spectres, même des plus complexes, sont à peu près *débrouillés*. Certaines des lois trouvées se vérifient au millionième, et n'auraient pas été découvertes si l'on n'avait eu des mesures très précises, pour servir de guide dans des spectres où les raies se comptent par dizaines de mille et où, par suite, n'importe quelle loi se vérifierait si l'on ne partait de données numériques parfaitement sûres.

Il s'en faut d'ailleurs de beaucoup que le travail de mesure des longueurs d'onde soit achevé. Même dans les régions faciles du spectre, celles où les repères sont bien établis, beaucoup de spectres n'ont pas été suffisamment étudiés. Dans d'autres régions, presque tout reste à faire. Tout l'infra-rouge est très mal connu, faute d'un détecteur suffisamment sensible. Du côté des petites longueurs d'onde, au-dessous de 0μ2, dans cette région pour laquelle l'air est opaque, les repères précis manquent complètement, et leur absence se fait cruellement sentir ; on mesure des spectres en faisant des interpolations très précises, mais en partant de nombre peu précis, et finalement l'incertitude porte sur le dix-millième, situation d'autant plus fâcheuse que beaucoup de séries importantes de raies se trouvent dans cette région.

Nous retrouvons de bonnes mesures dans la

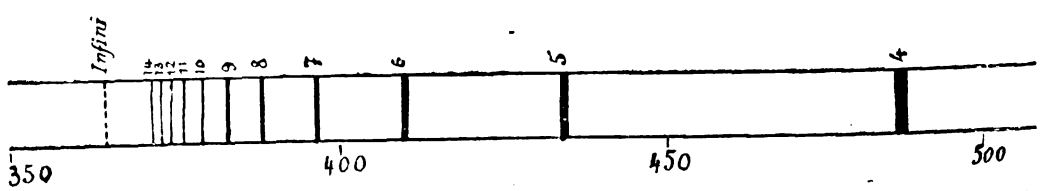


Fig. 488. — Série de raies de l'hydrogène obéissant à la formule de Balmer. Au-dessus de chaque raie est inscrite la valeur du nombre m qui lui correspond dans la formule ; la raie $m = 3$, située dans le rouge ($\lambda = 656{,}3\ m\mu$) est en dehors des limites du dessin, à environ 15 cm. à droite de la raie 4.

Digitized by Google

région des rayons X, mais la région intermédiaire entre les rayons X et l'ultra-violet commence à peine à être explorée, et les mesures précises directes y manquent complètement.

En résumé, la mesure du premier élément qui définit un rayonnement, la longueur d'onde, est un problème dont l'importance apparaît comme toujours plus grande; ce problème est résolu d'une manière satisfaisante dans certaines régions du spectre, mais non dans toutes.

II

Cet élément n'est d'ailleurs pas le seul; si on le connaît pour une radiation simple, on est fixé sur son individualité, et c'est tout. Il est même un cas où l'indication d'une longueur d'onde ne donne aucune information, c'est celui d'un rayonnement à *spectre continu*, où toutes les radiations simples sont présentes, au moins entre deux limites; entre ces limites, on peut donner au hasard une longueur d'onde, et affirmer qu'elle est présente.

Le second élément fondamental dans la mesure des rayonnements est évidemment l'élément *intensité* ou *quantité* de radiation.

Tout phénomène auquel donne lieu la radiation, qu'il soit d'ordre physique, chimique ou physiologique, donne la notion d'intensité, d'une manière plus ou moins vague; mais ce qui apparaît tout d'abord comme inquiétant c'est que, si l'on cherche à mesurer ces intensités en utilisant divers appareils récepteurs, on trouve des résultats profondément discordants. Comme dans toutes les branches de la Physique, c'est le témoignage direct de nos sens que l'on a d'abord choisi pour faire des mesures; on s'est aperçu plus tard que les divers effets des radiations conduisaient à des résultats totalement différents.

Prenons, par exemple, deux rayonnements simples l'un de longueur d'onde $0\mu55$, l'autre de longueur d'onde $0\mu45$. Pour les comparer visuellement, supposons qu'ils éclairent des surfaces égales d'un écran parfaitement diffusant que nous examinons de quelque distance; nous voyons une tache *verte* et une tache *bleue*. Supposons que notre œil les juge également brillantes, autant que l'on peut parler d'égalité pour des sensations qui diffèrent en qualité. Nous exprimerons ce résultat en disant que les *intensités visuelles* de nos deux rayonnements sont identiques. Mais nous pouvons comparer ces intensités en nous servant d'autres appareils que l'œil. Un thermomètre noirci recevant successivement ces deux faisceaux manifestera des effets très différents; le faisceau bleu produira un effet vingt fois plus fort que le vert. Un papier photographique peut servir aussi à évaluer les rapports d'intensités; nous trouverons, par exemple, qu'il faut un temps 100 fois plus long pour noircir le papier sous l'action du faisceau vert que sous l'action du bleu, et nous en conclurons grossièrement que l'intensité photographique de notre faisceau bleu est 100 fois celle du faisceau vert. Quel est celui de ces nombres qui représente le rapport des intensités de nos deux faisceaux? Est-ce 1? Est-ce 20? Est-ce 100? Est-ce tout autre nombre que donnerait un autre appareil récepteur?

A lire beaucoup de travaux anciens (et même, hélas! quelques ouvrages didactiques modernes) il semble que le choix soit absolument arbitraire, qu'il y ait autant de raisons pour choisir une définition qu'une autre. Autant dire que les comparaisons d'intensités entre radiations différentes n'ont aucun sens défini.

Heureusement, cette manière de voir est insoutenable. Ce qu'il faut chercher, pour définir l'intensité d'une radiation, ce n'est pas la manière dont réagit tel ou tel appareil récepteur particulier, c'est l'élément caractéristique de l'intensité du rayonnement lui-même. Cet élément se révèle immédiatement par la considération de l'énergie transportée.

Les progrès de l'industrie électrique ont familiarisé les esprits les moins scientifiques avec la notion de transport d'énergie, et la radio-télégraphie nous a habitués à concevoir un tel transport à travers l'espace, sans aucun lien matériel, *sans fil*. De même, un faisceau de radiations transporte de l'énergie à travers l'espace, à partir d'une *source* de rayonnement; le faisceau peut rencontrer un récepteur qui l'absorbe et transforme son énergie, il peut aussi se propager indéfiniment à travers l'espace. Le mécanisme de cette propagation est d'ailleurs absolument le même que celui des ondes de la T. S. F.

Cela étant bien compris, il devient évident que l'élément qui caractérise l'intensité d'un faisceau de radiations n'est autre chose que la quantité d'énergie qu'il transporte dans chaque unité de temps, quantité de même espèce que celle que l'on désigne en mécanique sous le nom de *puissance;* elle s'exprime en ergs par seconde, ou en watts, et reste constante sur tout le trajet du faisceau tant qu'il n'y a aucune absorption ou, plus généralement, aucune transformation d'énergie.

Mais cette énergie que transporte le rayonnement, comment la mesurer? Évidemment en la transformant en quelque autre forme d'énergie facilement accessible à la mesure. Sans parler des très complexes et très importantes transformations photo-chimiques, l'énergie transportée par le rayonnement peut passer à l'une ou l'autre des formes les plus

Digitized by Google

communes de l'énergie : chaleur, et travail mécanique.

Voyons comment ces deux transformations peuvent se produire.

III

C'est un fait très général que toute énergie peut se transformer facilement en énergie calorifique ; une bonne partie de la science de l'ingénieur-mécanicien et de l'électricien a pour but de lutter contre cette transformation, qui est une dégradation d'énergie. L'énergie rayonnante n'échappe pas à cette loi, et l'ingénieur opticien s'efforce, lui aussi, de réduire au minimum la transformation de l'énergie en chaleur. Toutes les fois qu'un rayonnement est *absorbé* (sans produire de transformation chimique), il apparaît une quantité de chaleur équivalente à l'énergie rayonnante anéantie. Les moyens propres à produire cette transformation sont d'une extrême simplicité ; il suffit de diriger le rayonnement à travers un milieu absorbant, qui l'affaiblit progressivement, et le fait disparaître parfois sous une épaisseur très faible, ou de le faire tomber sur une surface noire, ou mieux encore de le jeter, par une petite ouverture, dans un espace clos d'où il ne peut sortir. Sur le mécanisme atomique de cette transformation si banale, nous ne savons que très peu de choses. Par quel intermédiaire l'énergie électromagnétique de l'onde passe-t-elle à l'état d'agitation moléculaire? Il y a certainement un intermédiaire, que nous ne voyons pas clairement ; mais c'est le propre des considérations énergétiques d'être indépendantes du mécanisme des transformations dont elles font le bilan.

D'autre part, puisque le rayonnement est un transport d'énergie, existe-t-il un moyen pour produire du travail mécanique au moyen de cette énergie? Du point de vue pratique, c'est le problème de l'utilisation mécanique du rayonnement solaire que nous venons de poser, problème dont la solution n'est peut-être pas une pure utopie, du moins sous certains climats. Les essais ont toujours été faits en transformant d'abord l'énergie rayonnante en chaleur par absorption, et utilisant ensuite l'énergie calorifique ainsi produite dans un moteur thermique ordinaire. C'est probablement, en effet, la seule voie ouverte pour une solution pratique du problème ; mais du point de vue qui nous occupe, cette solution ne présente aucun intérêt, puisque le rayonnement est ainsi anéanti du moment où il est transformé en chaleur, et que la production ultérieure du travail mécanique est une pure question de thermodynamique, où le rayonnement n'intervient en rien. Notre problème est tout autre. Existe-t-il un effet mécanique direct, permettant de produire du travail au moyen du rayonnement sans passer d'abord par la dégradation calorifique de l'énergie?

Oui, cet effet existe, et son importance théorique est très grande, malgré l'extrême petitesse des forces pratiquement produites ; c'est la pression de radiation.

Toute surface exposée à un rayonnement subit une pression qui, toutes choses égales d'ailleurs, est proportionnelle à l'énergie reçue par unité de temps. Soit, pour prendre le cas le plus simple, une surface noire qui reçoit normalement un rayonnement ; si W est la puissance (énergie par unité de temps) que reçoit chaque unité de surface, et c la vitesse de la lumière, la pression a pour valeur :

$$p = \frac{W}{c}$$

quantité qui est égale aussi à l'énergie rayonnante contenue dans chaque unité de volume en avant de la surface. La pression est doublée, pour le même rayonnement incident, si la surface, au lieu d'être noire, est parfaitement réfléchissante, et dans ce cas le rayonnement est renvoyé sans aucune transformation en chaleur.

Il n'est pas, théoriquement, impossible d'imaginer une « turbine à radiations » qui produirait du travail mécanique sans aucune intervention de phénomène calorifique ; malheureusement, les forces mises en jeu sont si faibles que tout espoir de réalisation doit être abandonné. Un miroir parfait recevant normalement le rayonnement solaire avant toute absorption atmosphérique subirait, sur chaque mètre carré, une force d'environ une dyne (à peu près le poids de 1 milligramme). Pour que la turbine à radiations eût un rendement appréciable, il faudrait que la vitesse périphérique de ses palettes fût comparable à celle de la lumière, de même que dans une turbine à impulsion la vitesse des aubes doit être comparable à celle du fluide agissant. On est si loin de pouvoir réaliser cette condition que, pour utiliser le rayonnement, il vaut encore mieux accepter la déplorable dégradation calorifique.

Cependant, il serait extraordinaire qu'un phénomène aussi général que la pression de radiation ne jouât aucun rôle dans la nature. Il est très probable qu'il intervient dans un certain nombre de phénomènes astronomiques, peut-être dans la formation des queues de comètes, et aussi, d'après les travaux de Eddington, dans l'équilibre intérieur des étoiles. Que l'on imagine un four porté à la température de 10.000° ; les parois de ce four seront soumises à une pression de radiation qui atteindra le poids de 60 grammes sur chaque mètre carré. Ce

Digitized by Google

simple exemple montre que dans un milieu à haute température (et dans l'intérieur d'une étoile la température peut se chiffrer par millions de degrés) la pression de radiation n'est plus négligeable. On peut dire que l'intérieur d'une étoile est un mélange de matière, de charges électriques et de rayonnement, ce dernier ne pouvant, à cause de l'absorption, s'échapper que par la surface relativement froide.

IV

Nous avons donc deux effets qui dépendent directement de l'énergie transportée par le rayonnement, et auxquels on pourrait penser pour la mesurer : la transformation en chaleur et la pression de radiation. Malheureusement, le second est trop faible pour conduire à une méthode de mesure utilisable. Il ne reste qu'un seul moyen pour mesurer l'énergie d'un rayonnement, c'est de l'anéantir comme rayonnement en transformant son énergie en chaleur, et de mesurer le débit de chaleur (nombre de calories par seconde) qui résultera de cette transformation.

L'appareil adapté à cette mesure est le récepteur thermométrique, mesurant le débit de chaleur qui lui est fourni par la température stationnaire qu'il prend, température qui excède celle du milieu ambiant d'une quantité proportionnelle au flux d'énergie que l'appareil reçoit. Les qualités que l'on demande à ce récepteur ne sont point du tout celles des thermomètres ordinaires. Sa surface doit être parfaitement noire ; il doit avoir une très faible capacité calorifique pour que l'équilibre soit rapidement atteint ; il doit accuser les plus petits écarts avec la température ambiante ; sa propre déperdition calorifique doit être aussi faible que possible ; enfin, dans beaucoup de cas, sa surface réceptrice doit être extrêmement petite pour que l'on puisse explorer les divers points d'une image ou d'un spectre. Les appareils actuellement employés se réduisent à trois types :

La pile thermo-électrique, associée à un galvanomètre, dont l'emploi remonte à Melloni, et qui est encore l'instrument le plus employé ;

Le bolomètre de Langley, utilisant la variation de résistance électrique d'un mince ruban métallique ;

Le radiomètre, fondé sur l'effet de répulsion découvert par Crookes dans un gaz raréfié.

Sur chacun de ces types, on a construit un grand nombre de modèles différents. Il n'est pas facile de comparer numériquement leurs qualités ; parfois, on sacrifie la sensibilité à la rapidité et à la commodité des mesures, dans d'autres cas on cherche surtout à diminuer la surface réceptrice pour augmenter le pouvoir séparateur. Comme ordre de grandeur, on peut dire que les appareils les plus sensibles accusent un excès de température du millionième de degré sur la température ambiante, et peuvent déceler un flux d'énergie de l'ordre de 10^{-9} watt.

C'est un résultat remarquable, qui permet d'aborder des problèmes fort difficiles, comme la mesure en énergie du rayonnement d'une étoile. Les appareils de cette espèce sont fort délicats ; à titre d'exemple, les figures 489 et 490 représentent la pile thermo-électrique employée par Coblentz dans ses études sur le rayonnement des étoiles et des planètes, qui l'ont conduit à des résultats importants. Et cependant on peut dire qu'en ce qui concerne la sensibilité et le pouvoir séparateur, le récepteur thermométrique reste un appareil très imparfait. Sa grande supériorité vient de ce que sa sensibilité est, par définition, constante dans toute l'étendue du spectre ; à énergie égale il réagit également à toutes les radiations, et les mesure toutes avec une égale impartialité. Tous les autres récepteurs sont plus ou moins étroitement spécialisés ; mais chacun d'eux, dans le domaine spectral qui lui convient, dépasse de beaucoup les plus délicats récepteurs thermométriques en sensibilité et souvent aussi en pouvoir de définition. Par exemple, l'œil humain, dans les meilleures conditions, peut percevoir un point lumineux qui lui envoie un flux d'énergie

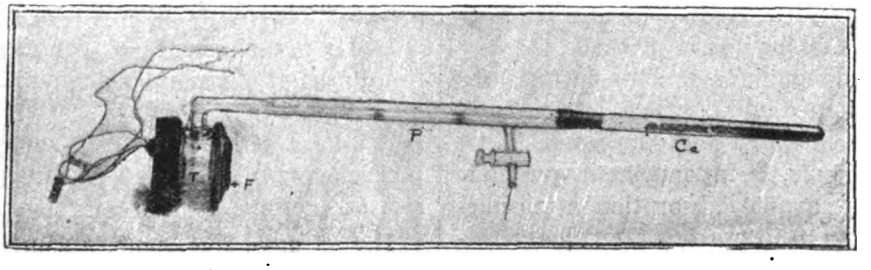


Fig. 489. — Pile thermoélectrique de Coblentz, enfermée dans une enveloppe vide, pour la mesure énergétique du rayonnement des étoiles. Le tube soudé au réservoir contient du calcium destiné à l'absorption complète des gaz.

Digitized by Google

de 10^{-16} watt, dix millions de fois plus petit que le flux nécessaire pour faire dévier le galvanomètre d'un excellent récepteur thermo-électrique. La plaque photographique, en une pose de 10 minutes, peut enregistrer comme un point (image d'une étoile) un flux de 10^{-15} watt. Aussi est-il presque impossible de mesurer et même de constater avec le récepteur thermométrique des rayonnements facilement observables visuellement et capables d'impressionner la plaque photographique en un temps très court.

Il n'en reste pas moins que la méthode thermométrique est la seule méthode directe pour mesurer l'intensité énergétique d'un rayonnement. Le résultat de la mesure s'exprimera, tous calculs faits, en watts. Par exemple, le rayonnement que nous recevons du soleil, avant l'absorption atmosphérique, est d'environ 0,15 watt sur chaque centimètre carré (15.000 kilowatts sur chaque hectare).

L'intensité ainsi définie est bien la propriété spécifique du faisceau, en dehors de toute particularité relative à tel ou tel appareil récepteur. Dans l'espace, cette énergie est sous forme électromagnétique ; il y existe un champ électrique et un champ magnétique, variables tous deux d'une manière périodique si le rayonnement qui se propage est monochromatique. L'intensité énergétique représente aussi le carré de la valeur maximum de l'un ou de l'autre de ces deux champs.

V

Mesurer *en bloc* un rayonnement complexe sans faire aucune distinction entre les radiations simples qui le composent, ne donne pas un résultat très intéressant. Il est nécessaire, pour connaître complètement un rayonnement, de mesurer séparément les intensités énergétiques des diverses radiations qui le composent. Pour la manière d'exprimer le résultat, il faut distinguer entre deux cas bien différents.

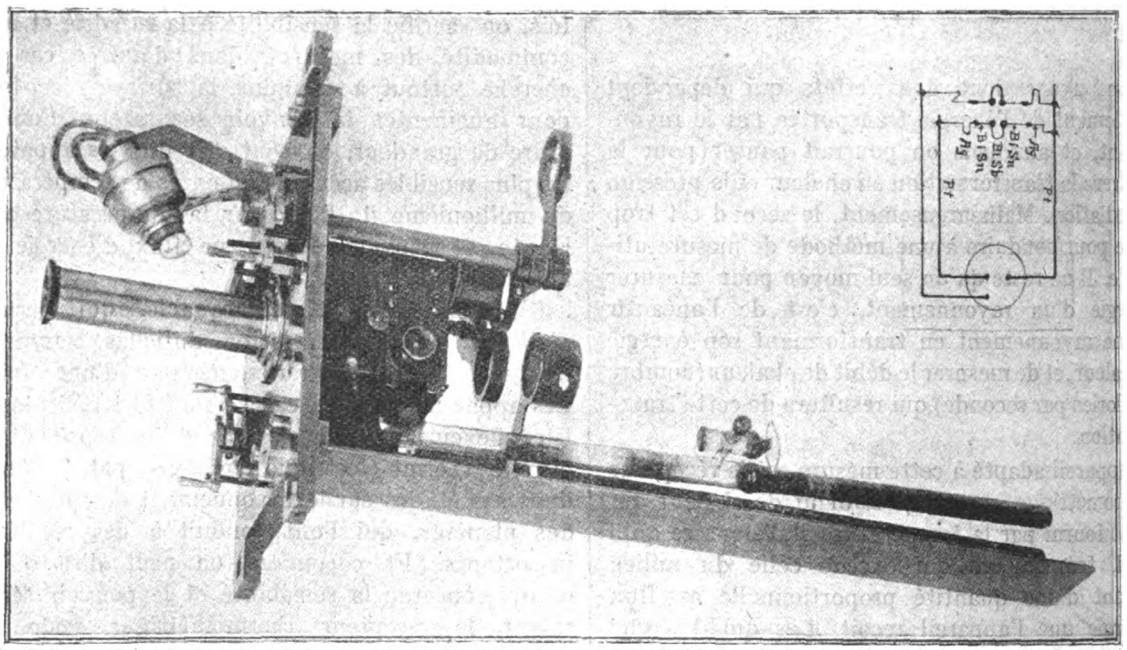


Fig. 490. — Pile thermoélectrique de Coblentz (voir fig. 489.) montée à l'extrémité d'un télescope dont le miroir (non visible sur la figure) concentrera sur elle le rayonnement d'une étoile. Dans le coin, schéma des connexions électriques.

1° Le rayonnement est composé d'un nombre fini de radiations simples donnant au spectroscope un « spectre de lignes ». Le résultat des mesures se traduira par un tableau numérique donnant, pour chaque ligne, sa longueur d'onde et son intensité énergétique.

Il se trouve que, pour aucun spectre, ce programme n'a été complètement réalisé. Tandis que, dans beaucoup de cas, les longueurs d'onde ont été mesurées avec une grande précision, les données sur les intensités font encore presque complètement défaut. Les tables spectroscopiques donnent bien une vague indication d'*intensité*, résultat d'une estimation arbitraire, faite visuellement ou par photographie, sans aucune prétention à donner de véritables valeurs numériques, et sans aucun lien connu d'une région du spectre à une autre. De véritables mesures énergétiques seraient

Digitized by Google

fort utiles, surtout si elles pouvaient se rapporter au véritable rayonnement émis par l'atome, et non au même rayonnement modifié par l'absorption à travers le gaz. L'étude des intensités des radiations émises par les gaz vient seulement d'être commencée ; elle a déjà donné des résultats fort intéressants.

2° Le rayonnement étudié donne un *spectre continu;* il contient toutes les radiations contenues dans un certain intervalle. Ce n'est plus un nombre fini de données numériques qui suffit à caractériser un tel rayonnement, c'est toute une courbe qui fera connaître les intensités des diverses radiations. Plus rigoureusement, cette courbe, où les abscisses sont les longueurs d'onde, est telle que l'aire comprise entre deux ordonnées représente l'énergie des radiations comprises dans l'intervalle de longueurs d'onde correspondant. La figure 491 repré-

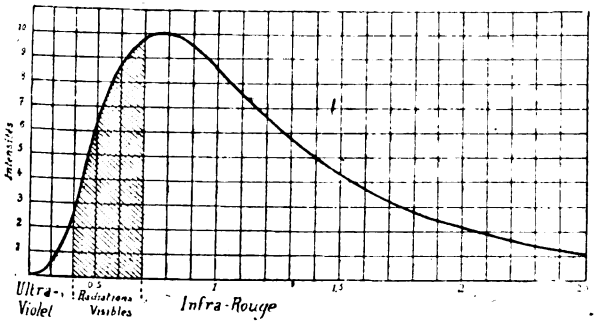


Fig. 491. — Courbe spectrale d'énergie du rayonnement émis par un arc électrique (température absolue 3750°). La partie couverte de hachures correspond à la partie visible du spectre ; son aire représente l'énergie rayonnée sous forme de radiations visibles, tandis que l'aire totale de la courbe représente à la même échelle l'énergie totale du rayonnement. Le rayonnement visible ne représente, dans ce cas, que le 1/6 du rayonnement total.

sente, comme exemple, la courbe spectrale d'énergie du rayonnement d'un arc électrique ; la partie couverte de hachures se rapporte à la portion visible du spectre, et son aire, comparée à l'aire totale de la courbe, donne la fraction du rayonnement, émis sous forme de radiations visibles. Cette fraction, n'est, dans le cas actuel, que de 1/6 ; la plus grande partie de l'énergie est rayonnée sous forme de radiations invisibles, principalement infra-rouges.

La détermination expérimentale directe de cette *courbe d'énergie* d'un rayonnement est une opération très difficile, qui ne peut être réussie que si le rayonnement étudié est suffisamment intense. Le faisceau à étudier doit être, d'abord, étranglé par une fente, pour être ensuite étalé en un spectre, dans lequel on promènera un récepteur thermométrique linéaire qui recevra successivement les petits groupes de radiations. Il faut tenir compte de l'absorption sélective de l'appareil dispersif, de sa loi de dispersion, parfois même de l'absorption par l'air entre la source et le récepteur.

Il ne faut donc pas s'étonner si les courbes d'énergie des rayonnements les plus usuels ne sont approximativement connues que depuis peu, et encore seulement dans les parties du spectre où ce rayonnement est le plus intense. D'ailleurs, la plupart de ces indications ont été obtenues non par une détermination directe, mais par comparaison avec un rayonnement de composition connue, selon une méthode dont on va indiquer le principe.

Il existe, en effet, un rayonnement dont l'importance théorique est immense, et dont la courbe d'énergie peut être considérée comme bien connue, c'est le rayonnement du *corps noir*, émis par tout corps complètement absorbant par le seul effet de sa température, ou mieux encore par une petite ouverture percée dans une enceinte close dont l'intérieur est à température uniforme. La courbe d'énergie de ce rayonnement, indépendante des propriétés de tout corps particulier, dépend uniquement de la température ; elle peut être considérée comme connue avec une précision bien meilleure que celle des mesures elles-mêmes, parce que des considérations thermodynamiques permettent de prévoir certains éléments et de compléter les résultats de l'expérience. Actuellement, il ne reste plus qu'à déterminer avec une précision un peu meilleure les deux constantes qui entrent dans la formule, et peut-être à faire quelques vérifications sur les parties extrêmes de la courbe.

Si l'importance théorique de la loi du corps noir a été reconnue depuis longtemps, son intérêt pratique, comme base de toutes les mesures de rayonnement, n'est pas encore parfaitement comprise. Nous montrerons dans ce qui va suivre le parti que l'on peut en tirer pour toutes les études sur rayonnements, y compris celles de photométrie pratique.

VI

L'imperfection, sans espoir d'amélioration sérieuse du récepteur thermométrique, rend indispensable l'emploi d'autres détecteurs de radiations, plus commodes, plus sensibles et plus fins. Tant qu'il s'agit seulement de constater la présence d'une radiation et d'en enregistrer la position dans un spectre, cela ne donne lieu à aucune difficulté ; dès qu'il s'agit de mesurer des intensités, il faut faire attention, et se tenir solidement aux principes fondamentaux. Si l'on se borne à noter la manière dont réagit le récepteur aux diverses radiations que l'on étudie, les nombres que l'on obtient sont à peu près dénués d'intérêt.

Digitized by Google

On peut cependant (et l'on devrait toujours le faire) obtenir avec n'importe quel récepteur de véritables mesures d'énergie en opérant par comparaison avec un rayonnement ayant une courbe d'énergie connue, et celui du corps noir est tout indiqué pour servir à cet usage. On connaît, en effet, divers moyens qui permettent d'affaiblir dans un rapport connu les diverses radiations qui constituent un rayonnement; c'est là le problème que Bouguer (1) désignait sous le nom de problème de la *gradation de la lumière*, et ce nom très expressif mérite d'être conservé. D'autre part, tout appareil récepteur, si complexes que soient ses propriétés, permet de constater l'égalité de deux rayonnements de même espèce. En procédant par gradation et égalisation on peut, radiation par radiation, comparer le rayonnement étudié au rayonnement connu, et de la courbe d'énergie du second déduire celle du premier. Toutes les difficultés dues aux propriétés sélectives du récepteur, à l'absorption inégale de l'appareil dispersif, à la loi de dispersion de cet appareil, s'éliminent complètement. Le problème est un peu plus complexe si le rayonnement à étudier possède un spectre de lignes, mais il peut encore être résolu.

C'est de cette manière qu'ont été obtenus la plupart des renseignements que l'on possède sur les courbes d'énergie, dans la partie visible et ultra-violette du spectre, d'un certain nombre de rayonnements, en employant comme récepteur soit l'œil, soit la plaque photographique, dont les propriétés s'éliminent dans le résultat. Il faut seulement désirer que l'on se serve d'une source de comparaison aussi bien connue que possible, soit que l'on utilise directement le corps noir, soit que l'on utilise une source qui lui ait été comparée. Comme exemples de mesures de cette espèce, on peut citer celles de l'école américaine sur les rayonnements usuels dans l'art de l'éclairage, les mesures de Plaskett et de Jules Baillaud sur la courbe d'énergie dans le spectre des étoiles, de Buisson et Fabry dans la partie extrême de l'ultra-violet solaire dans la région trop peu intense pour être accessible aux mesures thermométriques directes. Une difficulté, qui se présente dans l'étude des parties très faibles d'un spectre qui contient d'autres radiations très intenses, provient de la lumière diffusée par les prismes et les lentilles, qui vient contaminer les faibles radiations que l'on veut étudier; un double spectroscope, dont le second sert à *nettoyer* le spectre produit par le premier, met à l'abri de cette difficulté.

L'emploi d'un tel dispositif est particulièrement nécessaire pour l'étude de l'extrémité ultra-violette du spectre solaire, où le rayonnement à étudier a une intensité bien inférieure au millionnième du rayonnement total, et où par suite la moindre trace de diffusion rend toute mesure impossible. La figure 492 donne le schéma du spectrographe double employé par Buisson et Fabry dans leurs études sur l'extrême ultra-violet solaire et sur l'absorption atmosphérique qui limite ce spectre.

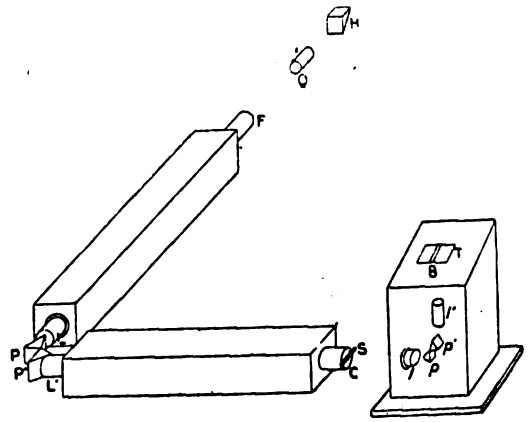


Fig. 492. — Spectrographe double de Buisson et Fabry pour l'étude de la partie extrême de l'ultra-violet solaire. Le spectre projeté en S par un premier appareil à deux prismes de quartz PP', est *nettoyé* de toute lumière parasite par un second appareil dispersif dont les prismes sont en pp'. Le spectre final, parfaitement pur, est projeté en B.

VII

Finalement, dans ces mesures par comparaison, le détecteur servira uniquement à constater l'égalité de deux radiations de même espèce.

De ces appareils sensibles aux radiations, il en existe un assez grand nombre, chacun utilisable dans une certaine partie du spectre, chacun avec certains avantages et certains inconvénients. Il ne peut être question de les décrire tous ici; de brèves indications suffiront.

L'œil, utilisable seulement dans un intervalle très étroit de la gamme des fréquences, la plaque photographique, beaucoup moins spécialisée, sont remarquables par leur extrême sensibilité dans leur domaine d'emploi et par leur grand pouvoir séparateur; mais ils ne peuvent donner des mesures correctes d'intensités qu'en s'en tenant strictement à la méthode de gradation et égalisation. Cependant la plaque photographique, depuis longtemps en usage pour enregistrer la forme et la position des images, est en train de devenir aussi le principal instrument pour la comparaison des intensités, et cette évolution mérite d'être signalée. L'emploi de la plaque sensible pour cet usage

(1) Pierre BOUGUER. Essai d'optique sur la gradation de la lumière. 1729.

Digitized by Google

repose entièrement sur l'étude du noircissement ou, comme disent les techniciens de la photographie, de la « densité » du négatif photographique ; de là l'éclosion, dans ces dernières années, d'un grand nombre d'appareils, connus sous le nom de « microphotomètres », pour faire cette mesure. La figure 493 représente l'appareil de Fabry et Buisson, dans lequel la mesure est faite visuellement par comparaison avec un *coin* photométrique. Une telle mesure devient extrêmement longue et fastidieuse lorsqu'il s'agit d'étudier, point par point, un spectre de quelque étendue ; aussi a-t-on construit des microphomètres enregistreurs qui tracent automatiquement la courbe de densité de la plaque photographique le long d'un spectre ou de tout autre image. L'appareil récemment construit par MM. Lambert et Chalonge (fig. 494) possède comme appareil récepteur une cellule photo-électrique, dont le courant est envoyé dans un galvanomètre après amplification par une de ces lampes à trois électrodes employées en radiotélégraphie.

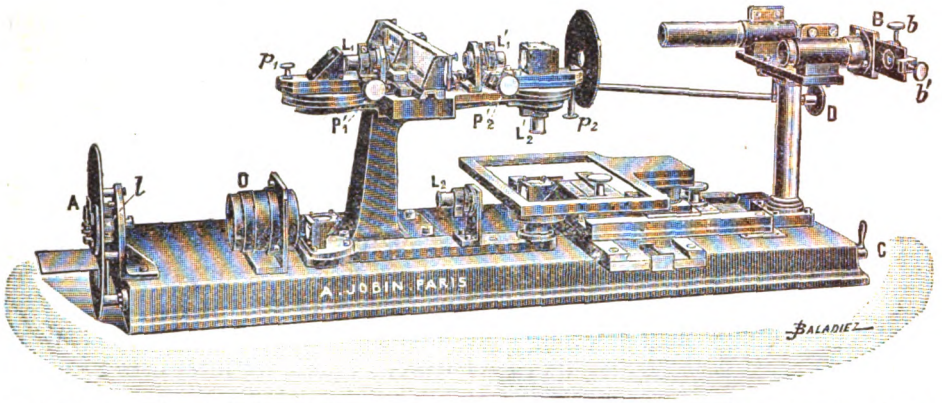


Fig. 493. — Microphotomètre de Fabry et Buisson pour la mesure du noircissement des plaques photographiques. On égalise le faisceau qui a traversé une petite région de la plaque avec celui qui a passé à travers un coin photométrique en verre absorbant.

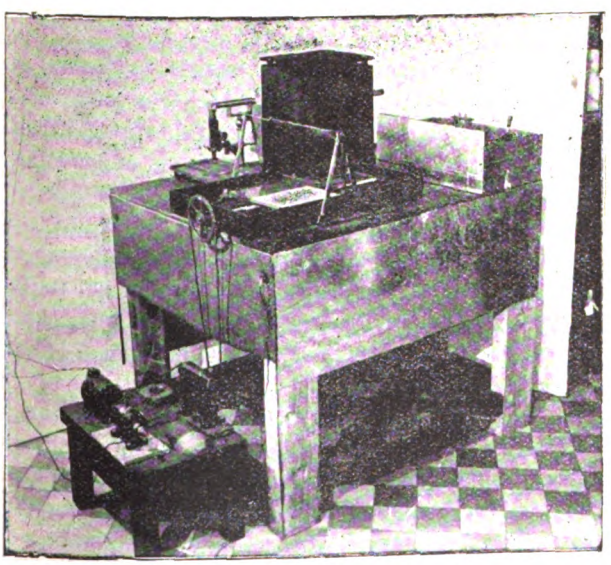


Fig. 494. — Microphotomètre enregistreur de MM. Chalonge et Lambert

La figure 495 donne une idée de ce que l'on obtient en traitant un spectre par ce procédé ; en quelques minutes on obtient la courbe de transparence du cliché, que des journées de travail auraient péniblement permis de tracer ; sur cette courbe on relève facilement tous les détails perceptibles à l'œil, et même souvent des particularités qui auraient échappé à l'observation la plus attentive. Même pour le simple enregistrement de la position des raies, le microphotomètre enregistreur offre de très grands avantages.

La cellule photo-électrique, très à la mode depuis quelques années, les corps analogues au sélénium, peuvent donner directement, par lecture sur un galvanomètre, des rapports d'intensités de radiations *de même espèce*, ce qui peut dispenser du dispositif de gradation mais non de l'emploi d'un rayonnement connu comme terme de comparaison.

L'ionisation des gaz fournit un bon moyen de mesure pour les rayons X, région du spectre où la mesure énergétique est peu avancée.

La région infra-rouge du spectre est la moins favorisée. Excepté dans la région immédiatement adjacente aux radiations visibles, que l'on peut explorer au moyen de la plaque photographique convenablement traitée et aussi en utilisant des propriétés analogues à celles du sélénium, aucun récepteur autre que le thermomètre ne peut déceler les radiations infra-rouges (1) ; aussi, bien que dans

(1) C'est sans doute pour cela que les radiations infra-rouges sont souvent qualifiées de *calorifiques*. Cette expression paraît difficile à justifier ; elle est certainement productrice d'idées fausses. Toutes les radiations sont calo-

Digitized by Google

beaucoup de cas l'intensité y soit la plus grande, cette partie du spectre est-elle très mal connue.

On ne saurait trop insister sur l'importance que présente l'étude de l'intensité énergétique des rayonnements. En astrophysique, elle nous donne le moyen d'aborder le problème de la température de la surface des astres ; des renseignements impor-

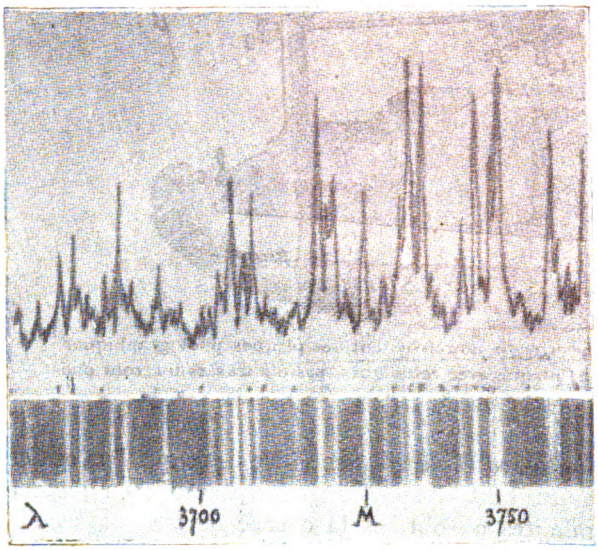


Fig. 495. — Application du microphotomètre enregistreur au dépouillement d'un cliché photographique du spectre solaire. Le spectre (une petite partie de l'ultra-violet) est reproduit en négatif, identique à l'original Au-dessus, on voit la courbe de transparence du cliché directement tracée par l'appareil enregistreur. Chaque raie d'absorption du spectre se traduit par une ligne blanche sur la reproduction du cliché, et par un maximum de la courbe.

tants ont été ainsi obtenus sur les étoiles et même sur la surface des planètes. L'étude des intensités dans les spectres des rayonnements atomiques, à peine commencée, fait entrevoir des résultats très importants. Enfin, d'un point de vue directement utilitaire, tous les usagers de radiations ont besoin d'en connaître les intensités.

VIII

Pour ces usages pratiques, et même pour des usages ayant des prétentions scientifiques, on utilise souvent un détecteur quelconque, que l'on expose à un rayonnement complexe de composition inconnue, et l'on note fidèlement l'indication que donne ce détecteur. On remplirait un volume avec la description de ces *actinomètres* qui prétendent mesurer l'intensité d'une certaine région du spectre. Bien peu de résultats utiles ont été obtenus au moyen de leurs indications ; si chacun d'eux mesure quelque chose, on ne peut dire exactement quoi. Dans la plupart des cas, on ne connaît même pas la courbe spectrale de sensibilité du récepteur, qui ferait connaître l'indication de l'appareil pour les diverses radiations à énergie égale. Parfois même cette courbe n'a pas de sens ; pour qu'elle en ait un, il faut que le récepteur obéisse à la loi suivante : si deux radiations différentes, avec les intensités énergétiques I et I' donnent des indications égales, les intensités kI et kI' doivent donner aussi des indications égales. On peut citer des cas où cette condition essentielle n'est même pas remplie.

Il vaudrait probablement mieux abandonner l'usage de ces instruments pour les recherches scientifiques, et faire un effort pour trouver, même grossièrement, les courbes d'énergie des rayonnements que l'on veut étudier.

IX

Cependant, pour certains usages pratiques, la courbe d'énergie est une donnée trop complexe. Par exemple, la personne qui vend du rayonnement et celle qui en achète pour l'éclairage exigent que la valeur de la marchandise soit exprimée par *un* nombre qui en représente aussi bien que possible le degré d'utilité. Il en est de même du photographe qui veut éclairer son studio, du médecin qui traite un malade par un rayonnement. A ces questions, *il faut* donner une réponse, ne fût-elle pas à l'abri de toute critique.

La difficulté n'est pas de résoudre le problème, d'inventer un appareil propre à faire la mesure ; elle est plutôt dans le fait que la problème n'est pas posé d'une manière précise. Que faut-il mesurer? Donner l'énergie totale du rayonnement n'apprendra rien d'intéressant ; cela conduira à compter, par exemple, pour l'éclairage, l'infra-rouge avec les radiations visibles ; l'erreur serait la même que celle d'un épicier qui pèserait du sable avec du sucre. Pour que le problème fût défini, il faudrait que l'on pût donner, pour l'usage particulier que l'on a en vue, un *facteur d'utilité* des diverses radiations prises à énergie égale. Si pour deux radiations λ et λ' ces facteurs sont f et f', cela veut dire qu'inversement des intensités énergétiques f' et f des

rifiques, en ce sens qu'elles produisent, lorsqu'elles sont absorbées, un dégagement de chaleur équivalent à l'énergie rayonnante disparue ; être plus ou moins calorifique, pour un rayonnement, est affaire de quantité et non de qualité. Si, d'autre part, on veut essayer de rattacher le mot calorifique à une idée de température et non de quantité de chaleur (ce qui, d'ailleurs, serait peu conforme à l'étymologie et aux habitudes), cet adjectif appliqué aux radiations de grande longueur d'onde impliquerait une erreur matérielle : lorsque l'on élève la température du corps rayonnant, le rayonnement devient plus riche en radiations de *courte* longueur d'onde.

Digitized by Google

deux radiations auront la même valeur pour l'usage que l'on a en vue. Est-il toujours possible de définir ce facteur? Cela n'est nullement certain ; il est même certain que, dans bien des cas, des radiations différentes ne sont pas interchangeables, quelles que soient leurs intensités. Mais cependant, dans un intervalle restreint, et avec une précision modeste, on peut imaginer que l'on trace la courbe du coefficient f en fonction de la longueur d'onde λ. A partir de ce moment, le problème est, sinon résolu, du moins nettement posé, et un physicien habile doit pouvoir le résoudre. La valeur cherchée peut même être déduite par le calcul de la courbe spectrale d'énergie du rayonnement étudié ; si

$$y = \varphi(\lambda)$$

est l'équation de cette courbe, la valeur du rayonnement pour l'usage considéré est donné par l'intégrale

$$\int_0^\infty f \times \varphi(\lambda)\, d\lambda.$$

Malheureusement, dans la plupart des cas qui se présentent, on ne connaît presque rien sur la courbe du facteur d'utilité. Il est triste de dire que, par exemple, pour aucune plaque photographique on ne peut tracer, même grossièrement, la courbe spectrale de sensibilité correctement définie.

Il y a bien un moyen pour mesurer la valeur d'un rayonnement en vue d'une certaine application, c'est d'utiliser, pour la mesure, un appareil qui mette en jeu l'action même que l'on veut utiliser. Il est évident que cela est souvent impraticable, par exemple en photothérapie. Cela est possible dans d'autres cas, et c'est ce que l'on fait en *photométrie* ou mesure visuelle des intensités. L'œil sert alors à constater l'égalité visuelle de deux rayonnements ; c'est tout ce qu'il peut faire comme instrument de mesure. Combiné avec un dispositif de gradation il donne une mesure d'un rapport d'intensités. Cette manière de procéder, même dans le cas des mesures visuelles, ne va pas sans quelques difficultés ; du point de vue théorique, elle a l'inconvénient de ne pas rattacher directement la mesure aux données énergétiques intrinsèques sur le rayonnement.

Le cas de la photométrie visuelle est celui dont l'étude est la plus avancée en ce qui concerne le lien avec les intensités énergétiques. Il est vrai que la condition énoncée plus haut (§ VIII) pour que la courbe de sensibilité ait un sens n'est pas parfaitement satisfaite ; si deux rayonnements monochromatiques, l'un jaune, l'autre bleu, donnent la même impression d'intensité lumineuse, cette égalité ne se maintient plus si, par exemple, on divise par 10.000 les intensités énergétiques des deux rayonnements. Toutefois, dans les conditions utiles pour la pratique de l'éclairage, ces écarts sont négligeables. A la suite d'un très grand nombre de mesures, faites surtout aux États-Unis, on peut donner avec une précision satisfaisante la courbe spectrale de sensibilité de l'œil, dite *courbe de visibilité relative*, que l'on trace ordinairement

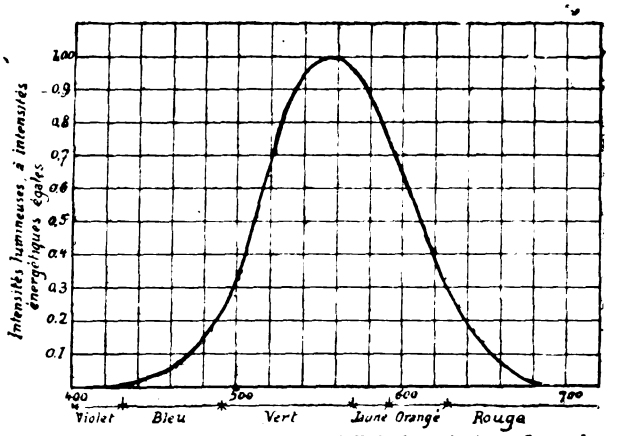


Fig. 496 — Courbe spectrale de visibilités relatives. Les abscisses sont les longueurs d'onde et les ordonnées les intensités lumineuses des radiations prises à intensités énergétiques égales.

en prenant une ordonnée égale à l'unité pour la radiation verte de longueur d'onde $0\mu,555$ qui, à énergie égale, donne la plus forte impression lumineuse. La courbe (fig. 496) est une courbe en cloche, dont les ordonnées s'annulent aux limites du spectre visible.

La relation entre les valeurs énergétiques et les mesures photométriques ordinaires est même connue d'une manière plus complète ; on sait, à quelques pour cent près, combien il faut de watts, rayonnés sous forme d'une radiation simple donnée, pour produire un flux lumineux de 1 lumen. Ce nombre est, naturellement, minimum pour la radiation $0\mu,555$; sa valeur est alors de 0,0016 watt pour un lumen, nombre qui est souvent appelé, assez improprement, équivalent mécanique de la lumière. Inversement, un rayonnement de 1 watt sous forme de radiation $0\mu,555$ produit un flux lumineux de 625 lumens, ou pour une source à rayonnement uniforme dans toutes les directions, une intensité lumineuse d'à peu près 50 bougies.

On peut prévoir le moment où les données énergétiques, convenablement traitées, remplaceront toutes les mesures de rayonnement, y compris les mesures visuelles.

X

Quand un problème est nouveau, quand peu de travail a été fait pour le résoudre, chacun des

Digitized by Google

chercheurs qui l'abordent est obligé de le reprendre depuis la base, de se faire à lui-même ses méthodes et ses instruments de travail. Il n'en est plus de même au bout d'un certain nombre d'années; chacun peut trouver, dans les recherches déjà faites, passées au crible d'une juste critique, les éléments nécessaires pour pouvoir partir directement d'un certain niveau et aborder immédiatement les problèmes qui l'intéressent. Le chimiste qui fait une analyse a besoin de connaître les poids atomiques des éléments; ce serait de sa part une prétention ridicule que de vouloir les déterminer lui-même avec l'espoir d'obtenir des nombres plus exacts que ceux que l'on trouve dans les tables. En dépit des progrès qui restent à accomplir, les choses se présentent déjà d'une manière analogue dans la plupart des mesures relatives aux rayonnements. Un spectroscopiste ne mesure pas directement les longueurs d'onde des radiations d'un spectre; il les interpole à partir de repères connus, à moins qu'il n'ait pris comme sujet de ses recherches le perfectionnement de ces repères. Pour les intensités, l'emploi de la méthode directe de mesure au moyen du récepteur thermométrique est parfois une nécessité, parce que la technique est moins avancée; mais déjà, dans bien des cas, on arrive plus rapidement et plus sûrement au résultat en faisant les mesures par comparaison avec un rayonnement bien connu. Dans tous les cas, toute mesure qui n'aurait pas une signification définie, qui ne serait qu'une indication d'instrument sans relation simple avec les propriétés de ce que l'on étudie, devrait être impitoyablement écartée.

Enfin, dans les expériences sur les rayonnements, on est souvent arrêté, comme dans beaucoup de branches de la physique, par l'insuffisante intensité des phénomènes que l'on veut étudier. Dès l'instant où un phénomène nouveau est mis en évidence, si faible qu'il soit, un pas important est fait dans la connaissance de la nature. A quoi bon, pourrait-on dire, chercher à l'obtenir avec plus d'intensité? Cela ne nous apprendrait rien de nouveau. C'est là une grave erreur. Le fait nouveau qui a été découvert devra servir à son tour de point de départ pour en découvrir d'autres, et ceux-ci resteront inconnus si leur intensité est insuffisante. Jamais les importantes relations entre rayonnement et champ magnétique n'auraient été découvertes si l'on n'avait connu que les champs peu intenses produits par les aimants; aujourd'hui encore on est arrêté dans l'étude de quelques-uns des phénomènes magnéto-optiques par l'insuffisance des champs magnétiques obtenus, et cela justifie les dépenses engagées pour augmenter, dans cette direction, la puissance de nos moyens d'action. Nous sommes dans une situation analogue pour les rayonnements; certaines études importantes, en particulier celles de photochimie, sont souvent retardées par l'impossibilité où nous sommes de produire, avec une intensité suffisante, des rayonnements ayant la composition que nous désirons leur donner. D'importants progrès restent à faire dans cette direction.

Ch. FABRY,
Professeur à la Sorbonne,
Directeur de l'Institut d'Optique.

REVUE AGRONOMIQUE

CULTURE ET EXPLOITATION DU NOYER (1)

(Suite.)

Les noix récoltées sont portées en sacs jusqu'à la ferme où elles vont subir un certain nombre d'opérations.

Si elles sont abondamment souillées de terre, comme il arrive par temps de pluie, elles sont soumises à un lavage énergique, sinon elles sont immergées et remuées quelques instants seulement pour détacher les derniers filaments de l'écalle qui pourraient rester adhérents sur les coques. De la cuve de lavage, les noix sont sorties à l'aide de paniers et jetées sur une table de triage où des mains expertes et des yeux appréciateurs enlèvent : 1° les noix trop petites; 2° celles qui sont d'une variété différente de celles qui sont acceptées comme noix de Grenoble; 3° celles qui sont véreuses, reconnaissables au trou qu'elles présentent au hile; 4° celles qui ont la coque tachée de brun foncé ou de noir.

Ce triage élimine souvent 20 à 30 % de la récolte totale. En certaines années la proportion des noix véreuses seules atteint ces nombres.

On doit signaler que depuis un an dans l'Isère on utilise quelquefois dans les fermes, avant le triage à la main, un trieur pour éliminer en une seule opération rapide les petites noix qu'on enlevait très imparfaitement à la main en appréciant à l'œil la grosseur des fruits examinés.

Un trieur à noix peut être construit dans toutes les fermes au moyen d'une tôle perforée de trous de 28 millimètres. Une tôle de 80 centimètres sur 1 m. 50 est enroulée en cylindre de 50 centimètres

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 28 novembre 1925, p. 748.

Digitized by Google

de diamètre environ et fixée au moyen de croisillons de bois ou de fer à un arbre placé sur un bâti léger. Ceci résume la disposition de la première machine à main que j'ai construite et qui résulte de différentes observations pratiques, elle donne des résultats très avantageux. Divers constructeurs ont entrepris depuis la fabrication de cette machine.

Le triage des noix terminé, on laisse sur la claie ou table de triage les noix de bonne qualité et on les soumet au soufrage. Pour cela, on couvre cette claie d'une immense toile, ou encore de sacs, puis on installe au-dessous deux ou trois brûleurs à soufre : ce sont simplement des récipients en fer ou en poterie où l'on met 100 ou 200 grammes de soufre en fleur et que l'on allume.

La noix soumise, humide, à cette fumigation d'anhydride sulfureux prend une coloration jaune pâle très recherchée par l'acheteur ; mais l'action du soufre ne se borne pas à cette valorisation, elle a pour conséquence d'arrêter le développement des germes de moisissures qui ne manquent pas de se trouver sur les coques, et qui les feraient verdir très vite si on ne les séchait pas rapidement.

Dès que l'action du soufre est produite, les noix sont montées sur des séchoirs spéciaux.

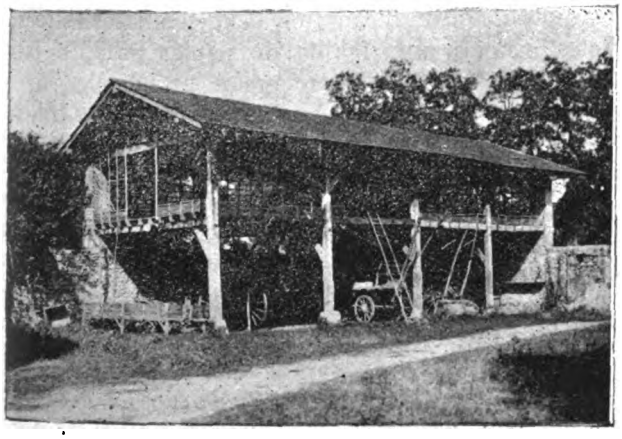


Fig. 497. — Un séchoir à noix
Sur le sol, à gauche, table-claie pour le triage et le soufrage.

Un séchoir est un plancher à claire-voie (fig. 497 formé de liteaux de tilleul ou de sapin de 27 millimètres sur 20 ou de 27 × 27 cloués parallèlement sur des poutrelles. L'espacement entre deux liteaux doit être de 20 millimètres environ. Des séchoirs ont une puissance de séchage plus grande que d'autres, cela tient à ce fait que les liteaux sont étroits (20 mm. par exemple) et placés à un écartement tel que la circulation de l'air est plus abondante, etc.

Ce plancher-séchoir est placé à 3 m. 50 ou mieux 4 mètres au-dessus du sol sous un hangar bien exposé, au sud des bâtiments d'une ferme de préférence, ou mieux encore complètement isolé des quatre côtés comme l'est celui représenté sur la figure 497.

Sur ce séchoir, les noix sont étalées en couche mince, 6 à 7 centimètres d'épaisseur si possible, elles vont y séjourner environ trois semaines, on les remuera une ou deux fois si la dessiccation est bonne, tous les jours au contraire dans les années pluvieuses où les moisissures se développeraient vite si la noix n'était chaque jour remuée, exposée à la lumière par un brassage. On doit remuer les mayettes avec précaution car leur coque est mince et fragile.

Lorsque la dessiccation est complète, la noix pourra être mise en sacs et expédiée au loin. Elle deviendra l'objet de transactions importantes que nous allons examiner.

Avant d'étudier ce commerce de la noix, il est nécessaire de dire quelques mots des nouvelles méthodes de traitement des fruits après la récolte, méthodes de séchage en particulier.

Hâtons-nous de dire que l'ancien procédé de soufrage à la ferme et de séchage naturel est le seul qui conserve à la noix toutes ses précieuses qualités gustatives et que les connaisseurs donneront toujours la préférence aux noix ainsi traitées.

Séchage artificiel des noix

Le séchage artificiel des noix peut être envisagé de deux façons :

1° Séchage complet, plus ou moins rapide, tout à l'étuve ;

2° Séchage partiel à l'étuve, complété par un séchage sur les séchoirs ordinaires à claies à l'air libre.

Le premier mode de séchage complet par chauffage dans une étuve traversée par un courant d'air chaud est un procédé très expéditif certes, mais qui modifie toujours un peu les qualités de la noix, et risque de lui faire perdre ce goût si recherché qui constitue l'indéfinissable caractéristique d'un cru. De même que dans les vignobles réputés on conserve les vieilles méthodes de vinification, il est sage pour la noix, de s'en tenir aux méthodes qui donnent depuis longtemps un produit réputé, Quoi qu'il en soit de ces réserves, voici quelques renseignements sur le séchage artificiel.

On peut employer, comme cela a été essayé, des étuves tunnel à wagonnets où les noix séjournent, étalées sur des claies, soumises à l'action d'un courant d'air chaud : c'est l'appareil connu sous le nom d'Aéro-Fouché, avant la guerre, et qui donne

Digitized by Google

d'excellents résultats pour le séchage des fruits. Lorsque la dessiccation est terminée l'étuve est ouverte et les wagonnets retirés un à un.

On pourrait songer à appliquer au séchage de la noix les étuves Thomas utilisées avec tant de

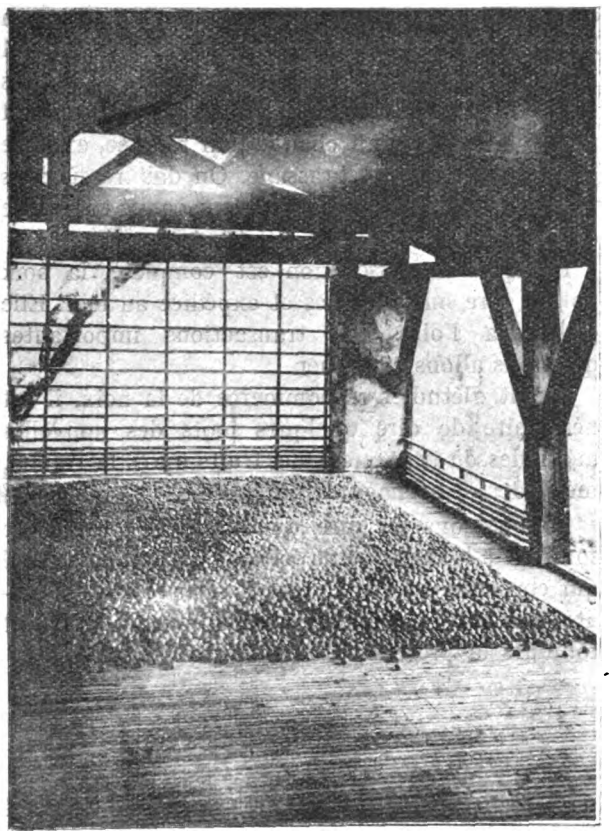


Fig. 498 — Noix sur un séchoir.

succès pour la fécule notamment. Séchage avec avancement continu sans manipulation.

Dans tous ces cas, on doit éviter de dépasser une température déterminée qu'il faudrait chaque fois établir selon la qualité des noix, par des essais de laboratoire, afin de se mettre à l'abri de toute surchauffe susceptible de nuire au goût du fruit. D'une façon générale un séchage complet en étuve expose aux accidents que nous allons décrire.

Lorsqu'on soumet à la dessiccation à l'air libre, à la température ordinaire, un fruit aqueux et un fruit oléagineux, on constate que l'un et l'autre se dessèchent d'une façon satisfaisante s'il n'y a pas d'accidents tels que moisissures et pourritures diverses, surtout pour les fruits aqueux. Si on soumet ces deux fruits au séchage en étuve, on constate qu'ils ne se comportent pas du tout de la même façon : A mesure qu'on enlève de l'eau au fruit *aqueux* celui-ci devient plus ou moins dur et sec, selon la dose des sucres incristallisables qu'il contient. En général, il est susceptible de réabsorber une certaine quantité d'eau lorsqu'on le met à l'air libre, ou en contact avec des fruits moins secs. Avec le fruit oléagineux il en est tout autrement : à mesure que ce fruit se dessèche, l'émulsion de la matière grasse est détruite, les globules de matière grasse qui étaient isolés au milieu d'un liquide aqueux entrent en contact avec les membranes des cellules de l'albumen, avec les membranes des cellules du tégument. Ces membranes qui étaient humides, devenant sèches, rien ne s'oppose à ce que les gouttelettes huileuses imprègnent leur substance et ce phénomène peut se produire si la dessiccation est poussée trop loin.

Avec le fruit aqueux, nous constations tout à l'heure que lorsqu'il était trop sec il avait tendance à réabsorber de l'humidité; qu'arrive-t-il avec le fruit oléagineux? Les émulsions détruites, l'huile imprégnant les membranes des cellules et même le tégument, l'absence ou la présence en faible quantité d'éléments hygroscopiques, la plupart ayant leur hygroscopicité annihilée par ce fait qu'ils sont imprégnés maintenant par l'huile, cet état de choses a pour résultat d'empêcher le fruit oléagineux de reprendre une grande quantité d'eau : on peut comparer le fruit oléagineux à une feuille de papier imbibée par une émulsion de matière grasse et que l'on dessécherait. Sec, ce papier a un aspect gras, translucide, et il est dès lors impossible de le mouiller à l'eau. Cette feuille de papier restera translucide, huileuse.

Dans la dessiccation du fruit oléagineux, on devra donc s'attacher à ne pas pousser trop vite, ni trop loin, la dessiccation puisqu'il ne sera pas possible de revenir en arrière, et que les fruits trop secs auront leurs téguments imprégnés d'huile, translucides. Cet excès de dessiccation a, en pratique, diverses conséquences : 1° Les noix trop desséchées gardent cet aspect gras, translucide du noyau qui les déprécie aux yeux du consommateur; 2° La matière grasse n'étant plus conservée dans le fruit à l'état d'émulsion, celle-ci peut s'oxyder beaucoup plus rapidement, d'où un rancissement plus hâtif du fruit.

Pour toutes ces raisons, ainsi que pour celles que nous ne pouvons exposer plus longuement ici, il semble que le problème du séchage artificiel soit plus facilement résolu par les spécialistes qui recourent actuellement au séchage mixte.

Dans ce procédé les noix sont soumises à une douce chaleur, dans un courant d'air tiède, pendant un temps relativement réduit, puis on les étale sur des séchoirs ordinaires à claire-voie

Digitized by Google

à l'air libre à la température ordinaire. Cette méthode permet de gagner du temps pour le séchage, tout en évitant cette si dangereuse surdessiccation dont nous signalions les méfaits sur tous les fruits oléagineux. Nous ne décrirons pas les dispositifs adoptés par les divers expérimentateurs, ils sont l'objet de leur part de perfectionnements incessants dont seuls ils doivent bénéficier.

***

Voici donc nos noix sèches, ou séchées, les propriétaires les surveillent, elles sont maintenant mises en tas sur les séchoirs, elles ont un aspect flatteur par leur régularité de couleur, tous ceux qui les visitent et les goûtent les déclarent délicieuses. Voici venir les marchands, à moins que le propriétaire ne soit affilié à un syndicat de producteurs, lui-même adhérent à une union de syndicats de producteurs de noix.

Dans tous les cas, la noix fera l'objet d'offres et de demandes qui ont pour résultat la fixation d'un cours de départ des affaires. Suivant l'abondance des demandes, suivant les renseignements touchant à la récolte de la Californie, suivant aussi la qualité de la récolte, car elle est variable dans d'assez larges limites, les prix s'établissent haut ou bas, montent ou descendent. Le cours varie de jour en jour, d'heure en heure au moment où les transactions sont les plus intenses, puis lorsque les acheteurs sont pourvus, ou bien lorsque la récolte est entièrement vendue, à aucun prix il n'y a plus acheteur ou vendeur. En général, ces transactions durent une quinzaine de jours, après lesquels la récolte est toute enlevée ou au moins toute vendue.

L'expédition se fait en sacs de cinquante kilos, bruts ou nets, selon les conventions du marché passé avec l'acheteur. Des wagons fermés de 10 tonnes ou de 20 tonnes, contenant 200 ou 400 sacs de noix partent pour les ports d'embarquement, pour l'Amérique surtout, et un peu pour l'Angleterre et quelques autres pays. Cet embarquement a lieu à Marseille, à Bordeaux, au Havre, à Anvers. Le départ des noix donne lieu dans les gares de St-Marcellin, Vinay, l'Albene, Poliénas, Tullins, à un mouvement de wagons considérable, et les vendeurs et acheteurs ont chaque année à se plaindre de l'insuffisance du matériel roulant mis à leur disposition, des retards aux expéditions et aux transports.

Ces difficultés pour l'expédition des noix aux ports d'embarquement sont très préjudiciables à la vente de ces fruits. En effet, les Américains veulent avoir les noix assez tôt pour qu'elles puissent être consommées — en très grande quantité — pour la fête du *Thanks giving day*, dernier jeudi de novembre. Les contrats de vente sont passés pour embarquement sur tel vapeur, et si ce paquebot est manqué, le contrat peut être annulé ou les prix diminués. Comme, d'autre part, la récolte des noix est tardive, la dessiccation plus ou moins longue, suivant l'année, on voit que le temps pendant lequel doit être faite l'expédition est très court. Certainement les producteurs peuvent compter sur la diligence des Compagnies de chemins de fer pour créer des trains de noix directs de l'Isère vers les ports, au moment voulu, et ainsi favoriser ce commerce d'exportation qui à l'heure présente revêt pour notre change le caractère important que l'on conçoit.

***

Voici donc les belles noix de Grenoble parties outre-mer. Le travail du producteur n'est pas terminé : il reste dans les fermes toutes les noix éliminées au triage soit 20 à 30 0/0 de la récolte totale.

De ces noix, on peut faire deux parts.

D'abord des petites noix, de la variété mayette, qui passent à travers un crible à trous ronds de 28 mm., mais qui dépassent 25 mm. et qui sont de belle qualité sous tous les rapports. De ces belles noix, il est fait un petit commerce, et en certaines années elles obtiennent un cours rémunérateur. Une autre catégorie est composée des noix de grosseurs diverses qui ont été éliminées parce que la coque était tachée de brun ou de noir; ces noix ont souvent un albumen intact qui constituera des cerneaux de grande valeur. Enfin des noix sont véreuses. Après cassage, on examinera l'état du noyau, s'il est attaqué seulement sur une partie, il pourra rester encore un cerneau de bonne qualité. Les déchets sont utilisés pour la fabrication de l'huile.

En général, toutes les noix de déchet sont cassées, car la vente des diverses catégories de noyaux est très rémunératrice.

Le cassage et le mondage des noix sont les opérations des veillées d'hiver dans toutes les fermes de la région productrice. Nous allons examiner ces opérations et les produits obtenus de ces noix.

Le cassage des noix pour l'extraction du noyau se fait soit à la main, soit à la machine. C'est le cassage à la main qui est le plus employé : d'un coup de maillet, la noix posée sur une brique, est brisée, la coque vole en éclats et le noyau reste absolument intact; il faut un peu d'entraî-

Digitized by Google

nement pour arriver à briser ainsi la coque d'un coup sec, en respectant l'amande. Les noix sont ainsi brisées une à une avec une vitesse qui dépend de l'agilité de l'opérateur, mais qui ne saurait être très grande. On est surpris de voir employer au XX^e siècle un procédé aussi primitif, mais il faut remarquer qu'il est difficile de demander à une machine le même travail : un coup de maillet appliqué exactement dans la direction voulue pour obtenir le noyau intact, une force dosée selon la dureté, la grosseur de la noix, autant de conditions indispensables pour un bon résultat.

Une machine réalise à peu près complètement ces conditions, classant les noix par grosseur puis les soumettant à une pression dosée selon leur volume : appareil ingénieux qui donne de très bons résultats et qui commence à se répandre. Voici une description sommaire de cette machine inventée par M. Farge.

M. Farge avait observé que toute machine destinée à casser les noix ne donnerait un bon résultat que si la noix était rigoureusement classée par grosseur avant de subir l'action des pièces destinées à la briser. Pour réaliser ce classement il a utilisé deux cylindres lisses faisant entre eux un certain angle, tournant en sens inverse l'un de l'autre.

Les noix trouvent un passage de plus en plus large, en glissant d'une extrémité à l'autre de la rainure formée par l'intervalle croissant des deux cylindres. Cette méthode de classement par cylindres divergents constitue une des plus ingénieuses originalités de cette machine. La noix tombée entre les deux cylindres arrive sur une autre paire de cylindres, ceux-ci parallèles mais cannelés de façon à présenter des rainures circulaires de diverses dimensions correspondant aux grosseurs des noix classées par les premiers cylindres.

Ainsi, chaque noix est soumise à l'action d'une pièce travaillante réglée exactement pour sa grosseur. Entre les cylindres casseurs, la noix reçoit une pression qui la fait éclater, puis elle tombe sous la machine, dans une caisse à compartiments où l'on recueille, classées rigoureusement par grosseur, des noix dont la coque brisée sera enlevée facilement par un mondage à la main.

Brisée d'un coup de maillet par le travail lent et monotone et le geste primitif du cultivateur pendant les longues veillées d'hiver, ou bien par l'action d'une machine ingénieuse qu'actionne un petit moteur électrique, la noix sera mondée à la main. Il n'apparaît encore pour cette longue et délicate opération aucune solution mécanique. La fragilité du précieux cerneau de la noix est un obstacle à l'emploi de tout mondage mécanique. Cette opération est longue, elle dure un temps assez considérable dans toutes les fermes du Dauphiné : elle se poursuit durant tout l'hiver.

De ces noix cassées et mondées on obtient :

1° Des *coquilles* ou coques, utilisées pour le chauffage ; très précieuses pour cet usage, elles pourraient donner lieu à la fabrication de poêles spéciaux qui présenteraient quelques avantages (tels que l'alimentation continue) dans les régions productrices de noix. Elles pourraient être employées à faire des agglomérés spéciaux qui seraient certainement intéressants pour le chauffage. Enfin leur distillation donne un gaz très éclairant, abondant, sans compter les sous-produits parmi lesquels un charbon qui serait d'une manipulation facile (1). On ne peut cependant pas encore songer à une installation industrielle car les coques de noix sont très dispersées dans les diverses fermes productrices. Il n'en serait pas de même du jour où le traitement mécanique des noix en usine prendrait de l'extension.

Cent kilos de noix donnent 60 k. de coques et 40 k. de noyaux comestibles.

2° Des amandes internes de diverses catégories que l'on classe ainsi :

Cerneaux
Invalides
Arlequins
Noyaux pour huilerie.

Les « cerneaux » sont les moitiés intactes et bien conservées du noyau interne des noix, c'est-à-dire des moitiés de noyaux très peu colorées, presque blanc ou jaune paille, mais non jaune citron (dites citronnées), bien remplies, d'un goût parfait. Ils sont utilisés en confiserie. La vente se fait en caisses de 25 kilos. Une partie des cerneaux est vendue en France et en Europe (Angleterre surtout), mais la plus grande part est expédiée aux Etats-Unis.

Les « invalides » sont les morceaux de noyaux de bonne qualité. Ces fragments se vendent un peu moins chers que les cerneaux et ils font l'objet d'un commerce important aussi.

(1) Aux États-Unis il a été pris un brevet pour un combustible vulcanisant de la composition suivante :

Sciure de bois	10 à 20 %
Coquilles de noix broyées.	10 à 20 %
Salpêtre	2 à 4 %
Celluloïd	1 à 2 %

W. E. Mouck. U. S. A. P. N° 1.298.546 dem. le 16 août 1918

Digitized by Google

Les « arlequins » sont les moitiés intactes de noyaux colorés en brun ou jaunâtre : recherchés pour la fabrication de produits où la couleur brune a moins d'importance comme pour l'enrobage de chocolat. Le prix est moins élevé encore que celui des « invalides ».

Les noyaux pour huilerie comprennent tout ce qui ne peut entrer dans les catégories précédentes, sauf les noyaux moisis ou noirs qui sont quelquefois employés pour la fabrication d'une huile de mauvaise qualité. Les noyaux rendent environ, en poids, 55 0/0 d'huile.

Fabrication de l'huile

Les noyaux sont soumis à un broyage par une meule roulant sur une aire circulaire. Cette meule

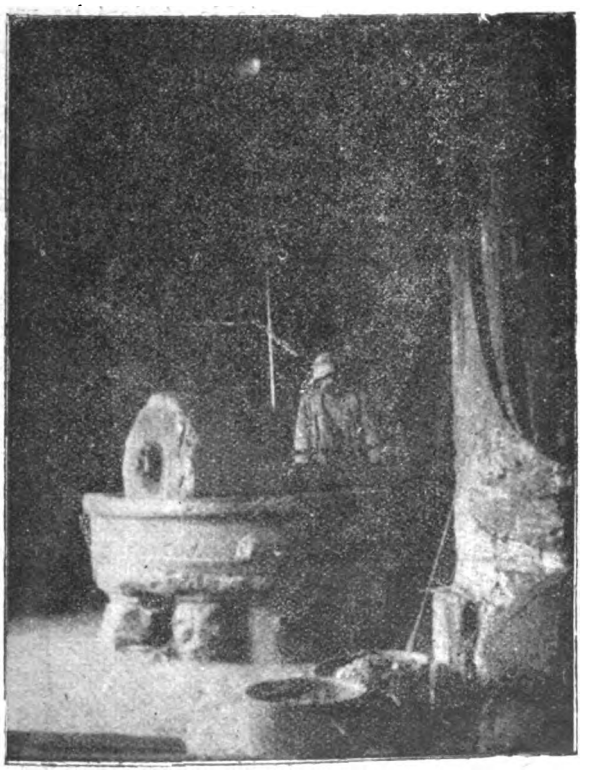


Fig. 499. — Moulin à huile.

est mue par une roue hydraulique dans presque tous les moulins à huile du Dauphiné. Après broyage on soumet la pâte obtenue à un chauffage (1) sur feu de bois, dans une poêle à agitateur mécanique. On chauffe à 50, 60° souvent même, et à tort, jusqu'à 80° comme nous l'avons mesuré. Un chauffage trop prononcé donne une saveur forte à l'huile.

(1) On peut aussi préparer à froid, une huile de très bonne qualité, sans goût prononcé, mais en pratique on recourt toujours au chauffage.

La pâte chaude est placée dans une presse d'huilerie ordinaire, en couches séparées par des étrindelles en crin. Dans la plupart des moulins, la presse est à vis et le serrage à bras est complété par l'action d'un moteur hydraulique. En général, le tourteau de première pression est rebroyé, réchauffé et repressé.

Les tourteaux obtenus ont une grande valeur alimentaire pour le bétail ; toutefois, on ne doit pas faire abus de leur emploi. Pour les vaches laitières notamment, il nous a donné des résultats trop inférieurs à ceux produits par le tourteau d'arachide, pour qu'on puisse le préconiser au même titre.

Composition chimique de la noix de l'huile et du tourteau

Voici d'après les analyses classiques de Fallot, la composition centésimale moyenne de la noix :

	Amande	Coque
Eau	4,58	11,64
Matières azotées	14,38	2,24
Matière grasse	55,47	0,72
Extractifs non azotés	14,89	31,50
Cellulose brute ou ligneux	7,58	53,82
Matières minérales	1,79	1,45
Acide phosphorique	0,65	0,10
Potasse	0,63	0,16

Il est à remarquer que parmi les variétés de noix analysées, c'est la mayette qui contient la plus grande proportion de matières azotées, soit 18,87 0/0 avec une quantité d'huile des plus faibles 52,38 0/0. Or il est un fait connu, c'est que cette variété est aussi la moins sujette au rancissement.

L'huile de noix possède, d'après le même auteur, les caractéristiques suivantes :

Densité à 15° C.	0,926
Action des vapeurs nitreuses	Pas de solidification
Congélation	— 30
Acides gras	Fluides à la tempér. ordinaire.
Échauffement sulfurique	+100°
Indice d'iode	166
Indice de brome	0,737
Oléoréfractomètre	+35

L'indice d'iode élevé classe l'huile de noix parmi les huiles suffisamment siccatives pour la peinture, et l'on sait qu'elle est très employée pour la peinture artistique.

Cette huile ne fige pas en hiver ; par contre la chaleur de l'été la fait rancir assez rapidement.

La composition du tourteau d'après Fallot est la suivante (moyenne) :

Digitized by Google

Eau	11,40
Matières azotées	37,77
Matières grasses	13,68
Extractifs non azotés	27,75
Cellulose brute	4,56
Matières minérales	4,77
Acide phosphorique	1,71
Potasse	1,39

***

Le bois de noyer, si apprécié en ébénisterie, donne lieu dans les régions productrices de noix à un important mouvement industriel et commercial.

On a souvent signalé les abatages inconsidérés des noyers provoqués par le prix très élevé du bois.

Dans la réalité ces abatages inconsidérés n'intéressent que les arbres donnant des fruits de faible valeur, arbres non greffés dont le produit annuel est faible. Nous avons vu que pour les variétés les meilleures le rapport annuel est presque égal au prix total de l'arbre vendu comme bois d'industrie, ce fait est la meilleure sauvegarde pour le noyer.

Un arbre en pleine production, âgé de 80 ans, donne environ 1^{m3} 500 de bois d'œuvre. Il y a quelques années le Directeur des Services agricoles de l'Isère estimait à 6.400 francs, environ 200 fr. le m^3, la valeur totale du bois des noyers âgés de 80 ans, dans une plantation d'un hectare. Cela suppose d'ailleurs des arbres sains, or beaucoup des meilleurs arbres au point de vue production des noix sont plus ou moins atteints par des parasites, champignons qui détruisent le bois et creusent le tronc, lui enlevant toute valeur marchande. La valeur du bois est donc très faible vis-à-vis de celle de la noyeraie considérée comme productrice de noix.

Toutes ces considérations doivent rassurer l'opinion au sujet des destructions inconsidérées de noyers.

Le tronc du noyer sain est acheté par l'industrie pour l'ébénisterie, la fabrication des hélices d'aéroplanes, des crosses de fusils. Le bois est utilisé depuis la racine jusqu'à la première fourche des branches. L'abatage ne se fait ni à la hache ni à la scie, mais en creusant autour de l'arbre un fossé qui permet de couper les plus grosses racines près du tronc, pour renverser l'arbre sans perdre une partie du bois d'œuvre utilisable.

Les plus grosses branches sont encore utilisées par l'industrie de l'ébénisterie, même celles qui arrivent à n'avoir que 27 centimètres de tour sur écorce. Enfin les parties défectueuses du tronc, du collet, etc., sont employées en saboterie.

Sur place, de très nombreuses scieries débitent le noyer en plateaux, en planches ou en semelles de galoches.

Produits divers du noyer

Le noyer peut donner lieu à des exploitations accessoires dont certaines méritent de nous arrêter un instant.

Le brou de noix ou écalle du fruit donnait un extrait employé en ébénisterie, extrait obtenu par macération de l'écalle dans l'eau ou bien dans l'alcool. De moins en moins employé, et c'est regrettable, car les succédanés donnent aux bois une teinte beaucoup plus foncée.

On désigne sous le nom de brou de noix des liqueurs d'un goût fin, agréable et dont les propriétés digestives sont recherchées. Ces liqueurs peuvent se préparer ainsi.

Les noix utilisées sont les noix jeunes, au mois de juin, tendres au point de pouvoir être facilement coupées et rapées. Ces jeunes noix rapées sont pressées, le jus est soumis à une fermentation pour donner la liqueur de brou de noix.

On peut plus simplement obtenir un excellent extrait de noix fraîches, en faisant macérer dans de l'eau-de-vie les jeunes fruits coupés en tranches ou en quartiers. La liqueur obtenue, additionnée de sucre en quantité suffisante constitue un agréable digestif.

La feuille du noyer est très employée en pharmacie. Deux cents tonnes de feuilles mondées et séchées en France, chaque année, sont achetées par le commerce de la droguerie. M. Perrot a souligné, au Congrès de la noix à Grenoble, en 1920, l'intérêt de cette production de feuilles.

Les Maladies du Noyer

Laissant de côté les accidents produits par la gelée, par l'excès de sécheresse et de chaleur, signalons les parasites animaux et végétaux les plus redoutables.

Un insecte, le carpocapse, *Carpocapsa pomonella?* fait de très importants ravages. Le papillon nocturne pond ses œufs dans le jeune fruit peu après sa formation, la chenille vit pendant l'été dans la noix, elle détériore le noyau et la noix atteinte présente un trou à l'emplacement du hile ou quelquefois dans une paroi de la coque. Ces noix doivent être éliminées au triage d'où une grosse perte, portant sur 25 % environ des noix en certaines années. On peut songer à appliquer contre

Digitized by Google

le carpocapse du noyer, les traitements par bouillies arsenicales. Les essais de pulvérisation que j'ai faits prouvent que ce traitement serait facile à faire, mais pour en obtenir l'efficacité désirable il faudra connaître l'époque à laquelle l'application devra être faite. Cette époque ne pourra être déterminée que lorsqu'on connaîtra bien l'insecte, son évolution. Or, il n'est même pas identifié à l'heure actuelle.

Un champignon, le *Marsonia juglandis* se développe en taches sur les feuilles, puis sur les noix nouvelles qui présentent des taches noires et dont l'intérieur pourrit ; il se répand avec une intensité croissante sur la noyeraie de l'Isère depuis quelques années.

Les feuilles présentent des taches brun fauve sur la face supérieure, gris brunâtre sur la face inférieure. La bouillie bordelaise aurait donné de bons résultats contre cette « anthracnose du noyer ».

Un autre champignon dont les dégâts sont très redoutables est l'armillaire de miel. Il se développe d'abord sur les racines, les fait pourrir, et il arrive en peu d'années à faire périr l'arbre : un des plus graves fléaux dans les noyeraies. On a préconisé, pour enrayer le mal, de découvrir le collet de l'arbre, de couper radicalement à la hache les racines atteintes et de badigeonner la plaie avec une bouillie formé de sulfate de fer, acide sulfurique et eau, avec une forte proportion d'acide, 10 à 12 % ; ensuite d'appliquer à l'arbre une forte dose d'engrais azoté, nitrate de soude, ou de chaux. Les résultats sont très appréciables.

Des champignons divers s'attaquent non aux parties vives mais au bois et produisent à la longue le creusement du tronc. C'est une perte assez sérieuse étant donné la valeur du bois, mais au point de vue production des noix ces parasites du bois sont moins redoutables.

Pour lutter contre ces divers parasites, enlever et brûler la mousse des arbres, chauler les troncs, éviter tout ce qui peut faire séjourner l'eau, le terreau, sur la fourche de l'arbre et faciliter ainsi le développement des plantes diverses ; effectuer le ramassage des fruits tombés prématurément de juin à septembre, leur destruction par le feu, etc. Il est temps de mettre en pratique ces procédés qui ne le sont pas actuellement.

Parmi les parasites végétaux véritables, il faut citer une orobanchée, *Lathraea squamaria* L., à rhizome rameux, tortueux couvert d'écailles charnues et imbriquées, à tige extérieure simple, dressée, écailleuse à la base, à fleurs blanchâtres lavées de rose très courtement pédicellées, penchées et disposées en épi terminal et unilatéral (Abbé Cariot). Ce parasite a été déterminé tout récemment par M. Roy, directeur des Services agricoles de l'Isère, où des noyeraies sont complètement couvertes de cette plante. Il ne semble pas que l'extension soit à redouter, néanmoins, toutes mesures utiles sont prises pour détruire ce foyer nouveau de parasitisme.

Les fraudes dans le commerce des noix

On ne peut parler du noyer sans dire quelques mots des fraudes qui gênent le commerce de ses fruits.

Fraudes sur l'origine des fruits. — Des fraudes de ce genre sont nombreuses, et en particulier dans le Dauphiné, des marchands malhonnêtes font venir des noix de Roumanie, d'Italie, d'Asie Mineure, d'autres régions de France, et les réexpédient comme noix du cru, des gares de l'Isère, d'où partent les noix de Grenoble. Suivant les années, cette fraude a plus ou moins d'extension, elle nuit à la réputation des fruits français les plus réputés. Elle nuit à ses auteurs, donc au commerce des noix. Il faut espérer que les recherches du Service de la Répression des fraudes amèneront enfin des condamnations exemplaires de ces fraudeurs. Aucune délimitation officielle de la zone des noix de Grenoble n'est faite à l'heure actuelle.

Fraudes sur la qualité et sur le poids. —Ces fraudes sont aussi très fréquentes : des cerneaux de noix diverses sont vendus comme cerneaux de mayette, des noix de l'année précédente sont vendues en septembre ou au début d'octobre comme noix fraîches après les avoir fait tremper quelques jours dans l'eau. Ce trempage rend la pellicule du noyau facilement détachable comme s'il s'agissait de noix fraîches de l'année, mais le goût est cependant différent. La tromperie est évidente et il faut aussi espérer qu'une fin sera mise à ces pratiques préjudiciables au commerce loyal comme aux producteurs de noix.

Les fraudes sur l'huile sont aussi nombreuses, mais les huiles de noix donnent lieu à un commerce assez restreint, du moins dans les régions où les fruits sont de grande qualité et consommés en majeure partie entiers.

Statistiques et prix

Statistiques de production et d'exportation. — La production des noix, en France, atteint, chaque année, une quantité de l'ordre de 500.000 quintaux avec des variations que l'on peut dire du simple au double au moins.

La noix de Grenoble figure pour 25 à 50.000 quintaux, suivant les années les limites de production sont très variables.

Digitized by Google

Nous avons signalé parmi les nouveaux pays grands producteurs, la Californie. Voici quelques nombres qui jalonnent la production de ce pays :

1912	100.000	quintaux
1917	150.000	—
1921	200.000	—
1922	300.000	—

La production de l'Italie et celle de l'Espagne sont importantes. Ainsi l'Italie a exporté, en 1921, pour 453.000 dollars de noix aux États-Unis, et l'Espagne exportait 12.000 dollars seulement, son exportation s'accroît, le noyer est très répandu dans ce pays. L'Autriche figurait pour 67.000 dollars dans l'importation aux États-Unis en 1912. La Turquie d'Europe, la Roumanie, la Grèce pour quelques milliers de dollars.

La France, au premier rang, accusait 3.086.000 dollars.

La Chine produit et exporte une quantité importante de noix aux États-Unis.

Le Chili est aussi un producteur important qui a vendu, en 1912, 135.000 dollars de noix aux États-Unis. Ces noix du Chili sont produites à une époque de l'année très différente de celle de nos noix européennes.

Sans nous appesantir sur cette question de la production, citons quelques nombres relatifs à l'exportation des noix françaises.

Où vont nos bonnes et belles noix de France?

Les statistiques dressées par l'Office National du Commerce Extérieur, où nous avons pu si commodément les consulter, nous l'apprennent :

	Quintaux 1913	1920
Suède	»	1.980
Norvège	»	2.253
Danemark	5.173	3.059
Allemagne	30.684	10.172
Grande-Bretagne.....	111.611	74.116
Pays-Bas	7.933	3.061
Belgique	4.198	4.755
Suisse	15.118	8.612
Égypte	1.576	2.684
États-Unis	49.593	67.799
Canada	2.503	3.187
Autres pays	3.281	2.241
	231.670 q^{x}	183.919q^{x}

Valeur.....	28.681.000 fr.	81.980 581 fr.
Algérie	2.741	3.233
Tunisie	875	897
Congo français	90	489
Autres colonies		214
	3.706 q^{x}	4.833 q^{x}
Total général	235.376 q^{x}	188.752 q^{x}
Valeur totale	29.135.000 fr.	84.147.764 fr.

Les prix des noix et des divers produits du noyer sont intéressants à considérer.

Voici les principaux prix de vente des noix de Grenoble depuis une cinquantaine d'années.

Tout d'abord, pendant la période 1875-1895, les noix se sont vendues aux environs de 50 francs les 100 kilos ; en 1899, le cours est de 80 francs ; en 1900, 70 francs ; en 1901, 50 francs ; en 1902, 85 francs ; en 1903, 60 francs ; puis en 1910, sous l'action des Syndicats de producteurs le cours de 110 francs est atteint ; de 1910 à 1916, les noix se vendent de 90 à 110 francs ; en 1917, 150 francs ; 1918, 245 francs ; 1919, 350 francs ; 1921, 500 francs ; 1924, environ 600 francs les 100 kilos. ce qui met le prix de la noix à 0 fr. 05 la pièce, en gros chez le producteur (120 noix par kilo).

Les cerneaux qui se vendaient aux environs de 2 francs le kilo avant-guerre, atteignent couramment 15 et 16 francs pour la meilleure qualité.

L'huile est cotée environ 10 francs le kilo sur les lieux de production dans l'Isère.

Le bois se vend en grume de 300 à 700 francs le mètre cube selon le diamètre, mesuré au quart sans réduction, sur le lieu de production.

***

Voici terminé un rapide aperçu d'ensemble sur le noyer, sa culture, les commerces auxquels il donne lieu. De plus en plus, on se préoccupe de cultiver ce précieux arbre, des Congrès importants s'occupent d'en perfectionner la culture. Ainsi la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. a organisé un Congrès de la Noix à Grenoble, en 1920. Un autre s'est tenu dans la Dordogne, en 1924. Si bien que ce n'est pas une disparition du noyer qui est à redouter, mais peut-être bien une surproduction, mais cela dans une nombre respectable d'années!

Laurent Rigotard,
Ingénieur agronome.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathémathique à l'Académie des Sciences (Octobre 1925). — *Analyse.* 1. M. *R.-H. Germay* envisage les équations aux dérivées partielles du premier ordre dépendant d'un paramètre variable λ, et il étudie les solutions infiniment voisines des solutions périodiques ; ces dernières forment des systèmes circulaires.

2. Poursuivant ses généralisations du théorème de

Digitized by Google

M. Picard (étendu dans le sens de M. Borel), M. *Georges J. Rémoundos* énonce divers résultats analogues, applicables à des fonctions algébroïdes définies par des équations algébriques dont les coefficients ont un nombre quelconque de branches.

3. Proposons-nous de trouver une solution de l'équation

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^n u = 0$$

qui soit analytique et régulière à l'intérieur d'un contour fermé C (et un peu au delà), et telle encore que sur C les expressions

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right)^j u \qquad (j = 0, \ldots, n-1)$$

se réduisent à des fonctions données : M. *Riquier* annonce que ce problème P_n se réduit à un problème P_1 suivi de $n(n-1)$ quadratures. Il indique dans cette même direction divers autres résultats généraux.

4. M. *André Roussel* propose pour le calcul des variations une nouvelle méthode, intermédiaire entre la méthode classique et la méthode directe : elle consiste à adjoindre à l'intégrale I (qu'on étudie sur les courbes C) une intégrale I' telle que $I'_{C_0} = I_{C_0}$ et que $I'_C \leqslant I_C$ de toute inégalité $I'_C \geqslant I'_{C_0} + A$ on tirera $I_C \geqslant I_{C_0} + A$.

5. M. *Soula* montre que si une fonction, entière ou non, est holomorphe dans un angle contenant Ox et si elle admet pour zéros les nombres entiers positifs, elle peut ne pas croître rapidement, mais alors elle tend assez rapidement vers zéro. Le théorème permet d'étudier les coefficients des séries n'ayant qu'un point singulier sur leur cercle de convergence.

Géométrie. A la suite de M. Cartan, M. *Paul Mentré* étudie les déformations projectives singulières simultanées d'une congruence et de ses surfaces focales; ce sont des congruences W à complexe linéaire osculateur. L'auteur étudie en détail le cas des surfaces focales réglées.

Mécanique appliquée. Partant des formules de Bresse, M. *E. Baticle* parvient à corriger des moments de flexion connus par des combinaisons de rotations convenablement choisies. Ces compensations sont pratiquement réalisables (par exemple, au moyen de vérins); elles mettent en jeu des forces moins considérables que la solution Freyssinet et elles ne nécessitent pas le changement des emplacements des appareils.

René Garnier.

Physique

Les états colloïdaux de la matière. — Dans une étude fort intéressante (1) M. A. Lumière insiste sur la difficulté que présente la définition de ce qu'il faut entendre par colloïde. « On a coutume, dit-il, de définir les colloïdes par leurs propriétés; or, certaines de ces propriétés ne sont pas rigoureusement spécifiques de l'état colloïdal, tandis que les autres ne sont pas communes à tous les colloïdes. Il en résulte que l'on comprend sous une même dénomination des substances ou des états de la matière qui sont profondément différents les uns des autres.

« Cette confusion conduit non seulement à l'interprétation inexacte des expériences, mais elle entraîne encore des discussions stériles entre les divers auteurs, parce que chacun d'eux poursuit ses recherches sur des matériaux et dans des conditions qui ne sont pas comparables. »

M. A. Lumière examine ensuite les caractères que l'on invoque pour distinguer les colloïdes des cristalloïdes : diffusibilité, dialyse, état amorphe ou cristallisé de la matière à l'état solide, évolution des colloïdes, loi des équilibres de membrane de Donnan, immunité du granule micellaire, rôle des impuretés, etc...

Il montre que ces divers caractères peuvent se retrouver à des degrés divers chez les substances que l'on considère comme des colloïdes et chez d'autres qu'on s'accorde à classer parmi les cristalloïdes. Aucun d'entre eux ne peut fournir une ligne de démarcation nette entre colloïdes et cristalloïdes.

Comment définir un colloïde ?

« De même qu'en pathologie, on dit, très justement, qu'il n'y a pas de maladies mais des malades, de même en colloïdologie, nous dirons qu'il n'y a pas de colloïdes, il n'y a que des états colloïdaux de la matière. »

Ces états colloïdaux semblent pouvoir être groupés en deux grandes classes, en se basant non sur leurs propriétés mais sur leur structure : *l'état colloïdal moléculaire* et *l'état colloïdal micellaire*.

L'état colloïdal moléculaire comporte des éléments qui sont tous isolés les uns des autres et dispersés comme dans l'état cristalloïdal dont il ne diffère que par la grande dimension des molécules et leurs fonctions chimiques complexes. Les substances qui, comme l'ovalbumine cristallisée et la gélatine, sont sous cette forme colloïdale moléculaire, donnent lieu à des solutions véritables et ne doivent pas leur colloïdité à des impuretés; elles se combinent moléculairement aux réactifs, leurs solutions se trouvent dans un état d'équilibre statique et ne subissent aucun changement spontané avec le temps; elles ne mûrissent et n'évoluent pas vers la floculation; elles ne présentent pas le phénomène de l'immunité granulaire puisqu'elles ne comportent pas de granules. Elles ne doivent leurs propriétés qu'aux fonctions complexes et à la grosseur des molécules qui les composent.

L'état colloïdal micellaire est constitué par des agrégats moléculaires formant des micelles qui sont maintenues en suspension permanente dans le milieu, grâce à des impuretés et à des charges électriques périgranulaires. Cette structure se rencontre notamment dans les colloïdes synthétiques ainsi que dans les matériaux constitutifs des protoplasma et des noyaux cellulaires chez les êtres vivants. Les substances qui se trouvent sous cette forme micellaire ne se combinent pas moléculairement aux réactifs, des quantités extrêmement faibles de ces réactifs peuvent détruire leur architecture colloïdale; les pseudo-solutions qu'elles donnent sont en continuelle évolution, mûrissent et tendent spontanément vers la floculation; elles présentent le phénomène de l'immunité granulaire. Toutes ces propriétés sont diamétralement opposées à celles des colloïdes moléculaires et trouvent leur origine dans l'insolubilité des masses granulaires, dans l'existence des impuretés et des charges électriques périmicellaires, en un mot dans la structure qu'elles présentent et qui est complètement différente de celle des colloïdes moléculaires.

Les seuls caractères communs qui rapprochent les deux classes d'états colloïdaux sont ceux qui relèvent de la grande dimension de leurs éléments constitutifs.

Les phénomènes qui se passent dans les solutions, quelles qu'elles soient, sont liés aux mouvements de ces éléments, aux chocs qu'ils exercent soit contre eux-mêmes, soit contre les parois du récipient, soit contre la

(1) A. Lumière : *Revue Générale des Colloïdes*, juin 1925.

Digitized by Google

surface libre. Ces mouvements ne sont point actifs; ils traduisent l'agitation moléculaire du liquide. Les particules élémentaires sont donc entraînées avec des vitesses qui sont d'autant plus faibles que la masse de la particule est plus grande. Dans les états colloïdaux, ces mouvements sont très affaiblis. Les grosses molécules des protéïnes ou les agrégats granulaires des formes colloïdales micellaires ne subissent plus que des entraînements réduits. De ce fait, la pression osmotique devient très faible, la diffusion extrêmement lente, l'abaissement du point cryoscopique insignifiant et la diminution de la tension de vapeur presque négligeable.

Ces quelques propriétés communes des états colloïdaux s'expliquent, comme toutes les autres, par la structure de la matière dans ces états. C'est donc cette structure qui, rationnellement, doit servir de base à leur définition et à leur classification.

« Ces considérations nous permettent encore de comprendre pourquoi les propriétés des colloïdes moléculaires, et notamment de l'albumine cristallisée et des protéines analogues, ne nous donnent point la raison des phénomènes fondamentaux de la vie et de la maladie, tandis que ces phénomènes s'éclairent lorsqu'on considère qu'ils se passent au sein de colloïdes micellaires évolutifs, tendant vers la floculation, destructibles par des quantités infimes de réactifs et doués de l'immunité granulaire. »

A. Bc.

Photochimie

Le mécanisme de la réaction photochimique entre l'hydrogène et le chlore (1). — Parmi les théories de la réaction photochimique $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$ celle de Nernst a retenu l'attention des physicochimistes, et il était indiqué de chercher à la vérifier par des expériences directes. C'est cette tentative dont nous résumons les résultats essentiels.

Nernst suppose que l'action primaire de la lumière est de dissocier une molécule de chlore, selon l'équation $Cl_2 \rightarrow 2Cl$, les atomes de chlore formés donnant lieu à la suite de réactions :

$$Cl + H_2 \rightarrow HCl + H \quad \text{et} \quad H + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl;$$

comme cette dernière réaction régénère un atome de chlore, le processus peut se poursuivre jusqu'à épuisement des corps réagissants. Nernst montra d'ailleurs que ces réactions sont possibles au point de vue thermodynamique, et sa théorie fut généralement acceptée. Pourtant, Weigert et Kellerman ont par la suite montré expérimentalement que les réactions secondaires jouent ici un rôle important. Et Bodenstein a émis de son côté à la lumière de la théorie des quanta, l'idée d'un mécanisme tout à fait différent. Cet auteur suppose que l'action primaire de la lumière est d'*activer* une molécule de chlore, selon la réaction $Cl_2 \rightarrow Cl'_2$, Cl'_2 représentant une molécule activée, c'est-à-dire mise, par absorption d'un quantum de la lumière excitatrice, dans un état énergétique supérieur à son état normal. On aurait ensuite les réactions :

$$Cl'_2 + H_2 \rightarrow 2HCl' \quad \text{et} \quad HCl' + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl'_2.$$

La molécule de chlore activée peut, soit rayonner à nouveau son énergie, ou l'employer à poursuivre la réaction avec l'hydrogène. Aux basses pressions, la probabilité de pertes de l'énergie du chlore par rayonnement avant de subir un impact avec une molécule d'hydrogène augmente.

Pour essayer les réactions postulées par Nernst, et voir si elles donnent les résultats prévus, la méthode employée par l'auteur du travail que nous analysons a consisté à introduire de l'hydrogène atomique dans un mélange d'hydrogène et de chlore, et à déterminer si le rendement en chlorure d'hydrogène est en excès sur la concentration connue des atomes d'hydrogène introduits. On essaya d'abord de déposer les atomes d'hydrogène sur une surface de verre, par la méthode de Langmuir. Un mélange d'hydrogène et de chlore était alors admis dans le récipient. Les résultats obtenus ainsi ont été entièrement négatifs.

On utilisa ensuite la méthode de Wood pour engendrer de l'hydrogène atomique : cette méthode consiste, on le sait, à dissocier les molécules d'hydrogène par la décharge électrique. L'hydrogène atomique obtenu était mis en présence d'un courant de chlore. Le procédé a donné des résultats très satisfaisants, mais dans un sens favorable au mécanisme de Bodenstein, donc contraire aux prévisions fournies par le mécanisme de Nernst. Le plus satisfaisant pour expliquer les présentes observations est en effet le suivant :

$H + Cl_2 \rightarrow HCl' + Cl$; $HCl' + Cl_2 \rightarrow Cl'_2 + HCl$; $Cl'_2 + H_2 \rightarrow 2HCl'$; $Cl + Cl \rightarrow Cl_2$.

(Les accents désignent des molécules activées).

L. Brüninghaus.

(1) A.-L. Marshall, *J. of physical chemistry*, **29** (1925), 849-852.

Thérapeutique

Les doses massives de ferments lactiques dans le traitement des entérites. — Malgré tout ce que M. Metchnikoff, le fondateur du traitement des affections intestinales par les ferments lactiques, a écrit contre l'emploi des comprimés de cultures desséchées, malgré les preuves que Dominique Bertrand et moi-même avons données des inconvénients que présentent de telles préparations pharmaceutiques (1), de nombreux médecins continuent à leur accorder leur confiance et à voir en elles les plus efficaces agents de désinfection intestinale. Toutefois, de plus nombreux praticiens, surtout parmi ceux qui possèdent une connaissance assez approfondie de la flore intestinale et de la pathologie du tube digestif, déplorent l'abandon des techniques employées lors des débuts de la bactériothérapie lactique et la prépondérance croissante, dans l'industrie pharmaceutique, des préparations sèches sur les cultures fraîches de ferments lactiques. De fort intéressants résultats viennent justement d'être obtenus à l'Institut Pasteur d'Algérie, par M. Maurice Béguet qui a utilisé exclusivement des cultures pures très récentes (24 heures à 4 jours), en lait écrémé ou en bouillon végétal lactosé, d'un ferment lactique couramment employé pour la maturation de la crème dans l'industrie beurrière. Il les administrait à des doses journalières de 200 à 800 grammes chez les nourrissons et de 500 à 1.500 grammes chez les adultes (Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie, septembre 1925).

En employant ainsi des doses massives de cultures fraîches il a traité avec succès un très grand nombre de cas d'entérites de formes variées qui ne pouvaient être améliorées par l'administration de petites doses de ferments lactiques que bien des praticiens auraient cru suffisantes. Les cas les plus nets qu'il ait observés concernent des nourrissons atteints d'entérites saisonnières parfois très graves, pour lesquels des doses journalières de 200 cc. de culture en lait, administrées par cuillerées à soupe, réalisaient avec la diète hydrique le seul traitement employé. L'ensemencement massif du tube digestif ainsi réalisé, joint à l'influence de l'aliment lacté sous

(1) *Annales des falsifications*, avril 1912, page 161.

Digitized by Google

une forme sans doute plus digestible, faisait très rapidement cesser les symptômes inquiétants que n'avaient pu atténuer les traitements usuels.

M. Béguet a constaté à maintes reprises que l'effet favorable des cultures lactiques, en lait écrémé, ne se manifestait que pour une dose suffisante, d'environ 200 grammes par 24 heures pour les nourrissons; on conçoit fort bien que quelques comprimés lactiques délayés dans un peu d'eau sucrée n'auraient pu jouer à la fois le même rôle thérapeutique et alimentaire. L'auteur a en outre remarqué que l'administration de doses massives de cultures lactiques fraîches exerce une action préventive évidente chez les nourrissons, au cours de la saison chaude ou du sevrage.

Il nous a paru utile de signaler les faits que nous venons d'exposer, non seulement en raison de leur intérêt propre, mais aussi parce qu'ils montrent comme on a tort de se fier aux doses faibles de ferments lactiques desséchés et combien on trouverait d'avantages à n'employer que les cultures fraîches en lait écrémé que l'on peut si aisément préparer soi-même.

Pour ma part, en 1910, bien après MM. Metchnikoff, Tissier et Cohendy, j'ai également recommandé l'emploi de doses massives de cultures fraîches, notamment pour les applications locales de la bactériothérapie lactique, et même préconisé l'usage de corps microbiens obtenus par centrifugation. Cette dernière technique, à laquelle M. Metchnikoff a, par la suite, donné bien souvent la préférence, permettait d'administrer chaque jour aux malades atteint de troubles intestinaux la totalité des ferments lactiques développés en 24 heures dans un ou deux litres de lactosérum ou d'un milieu végétal, et cela sous forme de quelques grammes d'une pâte crémeuse analogue à la levure de brasserie.

Toutefois, s'il est incontestable que dans certains cas les doses massives de cultures lactiques fraîches peuvent rendre de réels services, il est bon de se souvenir qu'en matière de thérapeutique intestinale, surtout chez les chroniques, il est souvent utile, dans l'intérêt des malades, de baser leur traitement sur la physiologie et l'hygiène alimentaire plutôt que sur des théories bactériologiques. Il faut être éclectique et savoir, malgré des préférences personnelles, ne pas rester toujours prisonnier d'un système.

A. BERTHELOT.

(2) *Revue de Médecine*, 10 août 1910.

Statistique

Les cours des bois. — Les prix des bois sur pied dans presque toutes les régions présentent une hausse considérable sur ceux pratiqués en 1923-1924.

C'est ainsi que dans l'Ain, les ventes de chênes se font à un prix supérieur de 15 à 25 % à celui de 1923. Dans l'Orne la hausse générale est comprise entre 50 et 75 %.

Dans la forêt de Cormaranche 44 pieds de chêne cubant ensemble 331 m³ furent vendus au début de l'automne au prix de 36.000 francs, soit 800 fr. le pied en moyenne, et 110 fr. le m³. Un lot de petits chênes de la même forêt (185 chênes, 77 m³) fut adjugé à 228 fr. le m³ arbres de 0 m³ 40 en moyenne. Il s'agit de prix tout à fait exceptionnels, et il est bon de signaler que beaucoup de chênes sont vendus à des prix variant pour la plupart entre 60 et 115 fr. le m³, suivant les qualités des arbres et surtout leur circonférence. Citons encore quelques exemples de ventes de très beaux arbres, d'une adjudication dans l'Orne, à Mortagne, le 1er octobre : 33 chênes cubant 210 m³ vendus à raison de 430 fr. le m³ réel, soit 2.500 francs par pied et 500 fr. le m³ au 1/4. D'autres lots à la même vente ont atteint 400 fr. le m³ et 2.000 fr. par pied, 300 fr. le m³, 280 fr., 270 fr., etc. C'est dire que, selon l'expression courante,, les beaux arbres « n'ont pas de prix ».

Les sapins se vendent également à des taux supérieurs à ceux de l'année précédente : on cote les grumes en général entre 130 et 200 fr. le m³ sur wagon en gare de départ.

Les peupliers atteignent les cours de 180 à 225 fr. Les frênes, si recherchés par la carrosserie et le charronnage, sont cotés aux prix ci-dessous : circonférence 90 à 118 cm : 230 à 240 fr. le m³., circonférence 120-148 cm. : 250-260 fr.; 150-170 cm. : 270-290 fr.; 180 cm. et plus : 300-325 fr.; les qualités moins bonnes se paient 10 à 15 % au-dessous de ces prix qui s'entendent toujours : mesure au quart, sur wagon départ.

Les écorces de chêne pour la tannerie, dans la région de l'Ouest, se sont vendues en 1924 de 450 à 520 fr. les 1.040 kilogs sur wagon départ.

Tels sont quelques-uns des prix pratiqués pour les produits forestiers en 1924.

L. R.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE

Génie civil

Les nouvelles écluses d'Ymuiden. — Il y a un siècle, les bateaux, pour arriver à Amsterdam, située à l'extrémité sud-ouest du Zuiderzee, devaient traverser cette baie étroite que l'on convertit en ce moment graduellement en terrains fertiles. On creusa alors le canal du Nord de la Hollande, d'Amsterdam à Nieuw Diep, à l'extrémité nord de la Hollande près du cap Helder.

Ce canal terminé en 1825 devint insuffisant quand Amsterdam se fût développée et devint un port de mer important; on creusa de 1865 à 1876 un autre canal allant d'Amsterdam et de la rivière Y qui se jette dans le Zuiderzee à Amsterdam, en ligne droite à la mer du Nord. On construisit des écluses à Ymuiden, à l'embouchure ouest de ce canal. Ces écluses énormes étaient munies de portes manœuvrées électriquement. Actuellement il est nécessaire d'avoir de plus grandes écluses encore et l'on a déjà fait les fondations pour une écluse de 400 m. × 50 m., profonde de 15 m., cette écluse surpassera les plus grandes écluses construites jusque maintenant sur le canal de Panama et qui mesurent 305 m. × 33,5 m. Il suffit d'abaisser de 9 m. seulement le niveau de l'eau pour mettre les nouvelles excavations à l'abri des eaux de mer. On munira ces écluses de portes glissantes. (*Engineering*, 2-10-25.)

E. P.

Chimie industrielle

L'hydrogénation du charbon, — A la réunion de l'Association de l'Industrie chimique, le 16 juillet dernier à Leeds, MM. Sinnatt et King ont présenté un travail sur la conversion du charbon en pétrole par hydrogénation.

Après avoir exposé le procédé Berglus, les auteurs donnèrent un aperçu de ce procédé appliqué au traitement du charbon dans la bombe de laboratoire. Cette

Digitized by Google

bombe consiste essentiellement en un cylindre d'acier capable de résister à la pression nécessaire à cette opération et muni d'un couple thermo-électrique, elle est disposée de façon à pouvoir être maintenue en rotation. On mélange du charbon pulvérisé susceptible de passer au tamis de 20 mailles avec 50 % de son poids de goudron de fours à coke dans lequel on a éliminé les huiles distillant en dessous de 250° C, puis on ajoute à la masse plastique ainsi obtenue environ 5 % d'oxyde de fer hydraté. On introduit cette masse dans la bombe avec son poids de cailloux, ces cailloux servent avec la rotation de l'appareil à assurer un mélange parfait de la charge. Après avoir pris ces dispositions, on introduit de l'hydrogène dans la bombe à la pression de 100 atmosphères. On chauffe la bombe avec du gaz et la fait tourner à 60 tours par minute. On relève la température et la pression à des intervalles réguliers et trace avec ces indications un graphique qui forme la courbe de « Berginisation ». Quand la température de réaction est atteinte, il se produit une accélération dans la vitesse d'augmentation de la température. On maintient cette température pendant une heure, après quoi on laisse refroidir la bombe puis examine son contenu.

On a ainsi déterminé les conditions nécessaires à la « Berginisation » du charbon.

Le charbon à traiter ne doit pas contenir moins de 85 % de carbone et les charbons ne s'agglomérant pas sont particulièrement convenables. Il faut que le charbon soit finement pulvérisé et soit en suspension dans un délayant convenable. Il semble que les résultats du traitement sont intimement liés avec la parenté existant entre la constitution chimique du charbon à hydrogéner et celle du liquide délayant. La pression initiale de l'hydrogène et la température la plus favorable pour exécuter l'opération varient énormément et dépendent de la matière employée.

Comme dans les réactions où il y a de la dissociation et un système d'équilibre, on ne peut arriver à une transformation complète que si on évacue de la sphère de réaction les produits au fur et à mesure de leur formation, ce qui dérange l'équilibre qui a pu se former et permet à la réaction de continuer. La réalisation de ces conditions pendant la berginisation favorise la production d'essences légères convenables pour l'emploi dans les moteurs à combustion interne. C'est pour cela que l'on a développé l'usine.

On a d'abord fait des travaux de recherches à la Station d'examen des combustibles, surtout pour déterminer les caractéristiques des charbons anglais. On utilise une bombe de 2 litres pour ces essais.

Dan un essai sur un échantillon de charbon d'Arley pulvérisé mélangé à du goudron provenant des cornues verticales à faible température dans la proportion de 50 %, la conversion du charbon en huile s'éleva à 46,7 p. c. du poids du charbon chargé ou à 48,5 p. c. du charbon sec et exempt de cendres. La conversion totale en huile et gaz s'éleva à 70,5 p. c. du charbon sec et sans cendres. (*Iron and Coal Trades Review*, 17-7-25.) E. P.

Chauffage

Concours Franco-Belge de gazogènes à charbon de bois fournissant l'énergie motrice à des moteurs de camions automobiles. — Le Concours Franco-Belge de camions à gazogène atteste tout l'intérêt pratique des appareils concurrents.

Le parcours Bellevue-Bruxelles s'est effectué avec une régularité tout à fait satisfaisante, deux camions seulement de la troisième colonne ont eu des pannes, qui n'étaient d'ailleurs pas dues aux gazogènes mais aux mécanismes mêmes du véhicule.

Trois colonnes avaient été formées :

La première (camions Panhard, camionnette Berliet, camion colonial Belge Bovy avec gazogène Etia) marchait à l'allure moyenne de 30 à 32 kilomètres à l'heure;

La seconde ((camions Berliet et camions Renault de 3 tonnes 5) a soutenu l'allure de 22 kilomètres à l'heure;

Enfin, un troisième convoi comprenait les véhicules à marche plus lente soit : 2 camions Malbay, un Saurer muni d'un gazogène Schultz et Loriot, et 6 camions militaires.

*
* *

Les meilleures consommations dans le trajet Bellevue-Bruxelles sont de l'ordre de 50 à 55 kilogrammes de charbon de bois aux 100 kilomètres pour les camions de 3 tonnes et demie.

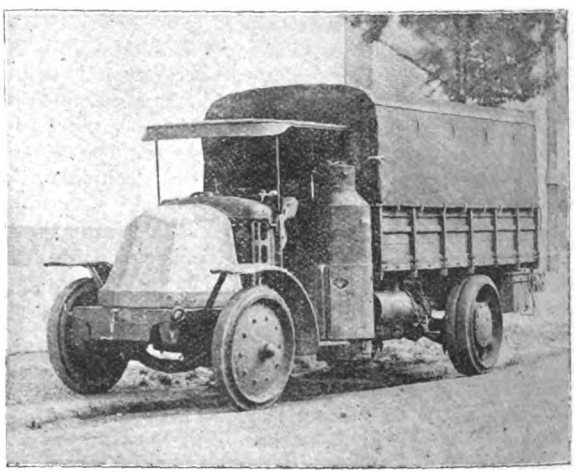


Fig. 500. — Gazogène à bois sur camion Renault, 3 tonnes 5.

La fig. 500 montre l'un de ces camions équipé par la maison Renault. On voit que l'encombrement résultant du gazogène et des épurateurs est parfaitement acceptable sur un véhicule industriel.

Au Royal-Automobile Club de Belgique, les discours du Président, de M. Carton de Viart, Ministre des Colonies, du colonel Ferrus et de M. J.-L. Breton, directeur des Inventions, ont célébré les succès obtenus. M. Mochot a présenté les camions et M. Auclair a fait une conférence montrant tout l'intérêt qui s'attache à ces nouvelles réalisations industrielles.

Tout le problème revient maintenant à produire à bon marché le charbon de bois nécessaire. Le semi-coke de lignite aggloméré peut d'ailleurs fournir un appoint intéressant. Ed. M.

NOUVELLES

Académie de médecine. — Le prix « Prince Albert Ier de Monaco » d'une valeur de 100.000 francs a été attribué à MM. E. Hédon, professeur de physiologie à l'Université de Montpellier, et E. Laguesse, professeur d'histologie à l'Université de Lille.

Digitized by Google

Conseil supérieur de l'Instruction publique. — L'Ecole polytechnique est appelée à élire un représentant au Conseil supérieur de l'Instruction publique en remplacement de M. le général Gossot, directeur des études à ladite Ecole, admis à la retraite (*J. O.*).

Conseil supérieur de l'Enseignement technique. — Par décrets des 14 octobre et 14 novembre 1925, sont membres de droit du Conseil supérieur de l'Enseignement technique : les anciens Sous-Secrétaires d'Etat de l'Enseignement technique et le Directeur adjoint (*J. O.*).

Ecole nationale supérieure du Pétrole et des combustibles liquides. — L'inauguration a eu lieu à Strasbourg le 21 novembre. MM. Ch. Barrois, H. Le Chatelier, Ch. Moureu, G. Kœnigs, D. Berthelot, L. Lindet, A. Rateau et P. Sabatier représentaient l'Académie des Sciences.

Société francaise de Physique. — La Société française de Physique s'était chargée de transmettre à ses membres l'appel lancé par le Comité international constitué sur l'initiative de l'Université de Leyde pour célébrer le cinquantième anniversaire du doctorat du professeur H.-A. Lorentz, le 11 décembre 1925. Une souscription avait été ouverte à cette occasion pour constituer un fonds permettant non seulement à l'illustre savant de continuer son enseignement à Leyde, mais encore de créer, sous le nom de fondation Lorentz, une organisation de caractère international destinée à faciliter les recherches dans le domaine de la Physique.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Facultés des sciences. — Par décret en date du 22 novembre, les préparateurs titulaires des Facultés des Sciences prennent désormais le titre d'assistants (*J. O.*).

Université de Paris. — *Faculté de Pharmacie.* — M. Goris, agrégé, est nommé professeur de pharmacie galénique en remplacement de M. Bougault appelé à d'autres fonctions.

Institut de Psychologie. — *Psychologie générale.* — M. Delacroix : Les conditions psychologiques de l'art. Les mardis à 17 heures (Sorbonne, Amphithéâtre Descartes).

Psychologie de l'activité et de l'affectivité : Leçons et exercices. Les lundis à 15 h. 3/4 (Sorbonne, salle F).

Exercices pratiques. Les lundis à 14 heures (Sorbonne, salle G.).

Direction de travaux et recherches. Les lundis à 17 h.

Psychologie pathologique. — M. Dumas : Cours de psychologie pathologique. Les dimanches à 8 h. ½ (Asile clinique, 1, rue Cabanis).

Conférences de psychologie clinique. Les dimanches à 9 h. ½ (Asile clinique).

Exercices pratiques. Les mardis à 10 heures (Asile clinique).

M. Wallon, suppléant : les étapes de la connaissance chez l'enfant. Les samedis à 10 heures (Sorbonne, Amphithéâtre Guizot).

M. Meyerson : Travaux pratiques de psychologie pathologique. Les samedis à 10 heures (Asile clinique).

Psychologie expérimentale et comparée. — M. Janet : Les stades de l'évolution psychologique. Les lundis et jeudis à 13 h. 3/4 (Collège de France, salle 8).

Psychologie physiologique. — M. Piéron : Le mécanisme de la vision lumineuse et chromatique. Les mercredis à 14 h. ½ (Collège de France, salle 3).

M. Meyerson : Travaux pratiques : sensations, perception, motricité, émotions, efficience mentale. Les vendredis, à 9 h. ½ (Sorbonne, Laboratoire de psychologie physiologique).

Psychologie zoologique. — M. Rabaud : Etude des conditions de persistance et de disparition des espèces. Les mardis et mercredis à 9 h. ½ (Sorbonne, Amphithéâtre de Zoologie).

Conférences de zoologie, de psychologie biologique : Les 2e et 4e samedis à 14 heures (Sorbonne, Laboratoire de biologie expérimentale).

Mlle Cousin : Travaux pratiques. Les 1er et 3e samedis à 14 heures (Sorbonne, Laboratoire de biologie expérimentale).

Section de Pédagogie. — M. Fauconnet : Sciences de l'éducation et sociologie : Les jeudis à 14 heures (Sorbonne, Amphithéâtre Quinet).

M. Wallon : Psychologie appliquée à l'éducation. Les éléments et la formation du caractère chez l'enfant. Les jeudis à 16 h. ½ (Sorbonne, Amphithéâtre Michelet).

Travaux pratiques. Les jeudis à 9 h. ½ (Laboratoire de psychologie pédologique, groupe scolaire 28, rue de la Mairie, Boulogne-sur-Seine).

M. Simon : Pédagogie expérimentale : Les fins de l'éducation. Les jeudis à 16 h. ½ (Sorbonne, Amphithéâtre Michelet).

Travaux pratiques. Les mardis à 13 h. 1/4 (Laboratoire Binet, 36, rue Grange-aux-Belles).

Section de Psychologie appliquée. — Application au travail et à l'industriel. Sélection et orientation professionnelles. — M. Piéron : Conférences techniques et direction de travaux d'élèves : La mesure en psychologie ; la méthode de tests ; le calcul de corrélation, etc. Les lundis à 17 heures (Sorbonne, Salle S).

M. Lahy : Travaux pratiques : Analyse du travail humain ; organisation scientifique du travail ; sélection des travailleurs ; orientation professionnelle. Les vendredis à 14 heures (Asile clinique).

Pour les conditions d'admission aux cours, conférences et travaux pratiques, s'adresser au Secrétariat de la Sorbonne.

Muséum d'Histoire naturelle. — *Cours de Botanique* (Cryptogames). — M. L. Mangin, membre de l'Institut, a commencé son cours le lundi 30 novembre à 9 h. 30 et le continuera les mercredis et lundis à la même heure dans l'Amphithéâtre de Minéralogie.

Le Professeur continuera l'étude des Champignons en insistant particulièrement sur les Champignons parasites.

Les excursions et les épreuves pratiques seront annoncées par des affiches spéciales.

— (Organographie et Physiologie végétale). — M. J. Costantin, Membre de l'Institut, a commencé son cours le 2 décembre à 14 heures et le continuera les mercredis et samedis à la même heure dans l'Amphithéâtre de la Galerie d'Anatomie, 2, rue Buffon.

Sujet du Cours : Anatomie végétale ; étude des Associations, notamment celles des plantes myrmécophiles, etc.

Les leçons pratiques auront lieu au Laboratoire de Botanique, 61, rue de Buffon, le vendredi à 9 heures.

— *Cours de Zoologie* (Vers et Crustacés). — M. Ch. Gravier, membre de l'Institut, a commencé son cours le 24 novembre, à 10 heures, et le continuera les mardis et samedis à la même heure dans la Salle des cours des Galeries de Zoologie (1er étage).

Sujet du Cours : 1° Crustacés. Les Malacostracés primitifs ; 2° Vers. Les Némertiens.

Des démonstrations pratiques auront lieu au Laboratoire et aux Galeries de Zoologie.

— *Cours de physique* (appliquée aux Sciences naturelles). — M. Jean Becquerel a commencé son cours le vendredi 27 novembre à 17 heures et le continuera les lundis, mercredis et vendredis à la même heure dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire

Sujet du cours : Météorologie et électricité atmosphérique.

— Le prix scientifique de la fondation Lasserre est attribué pour 1925 à M. le professeur Marcellin Boule.

— M. Simon, professeur de Chimie organique au Muséum,

Digitized by Google

dans la chaire que Chevreul avait illustrée, vient de mourir à la suite d'une opération chirurgicale.

Son œuvre scientifique est importante et son activité s'est exercée dans les différents domaines de la Chimie, en particulier pendant la guerre ; il a apporté alors une contribution importante à la Défense nationale, ce qui lui a valu d'être promu Officier de la Légion d'honneur, sur la proposition du Ministre de la Guerre. Il s'était entouré de nombreux élèves et son laboratoire était un centre de recherches digne de ce grand établissement scientifique.

Ecole supérieure des Mines. — M. le Professeur De Launay, inspecteur général de 2e classe des mines, est nommé inspecteur général de 1re classe.

Ecole des Ponts et Chaussées. — La chaire d'économie politique générale et d'économie sociale des ponts et chaussées est vacante. Les candidats devront adresser leurs titres, avant le 15 décembre, au Directeur de l'Ecole.

Université de Lyon. — La chaire de Pharmacie de la Faculté mixte de médecine et de pharmacie est déclarée vacante (du 26 novembre). Un délai de 20 jours est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Université de Strasbourg. — M. Gignoux, professeur de géologie à la Faculté des sciences, est promu au grade de chevalier de la Légion d'honneur.

Université de Bordeaux. — M. Moure, ancien professeur de clinique d'oto-rhino-laryngologie à la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, est nommé professeur honoraire de la dite Faculté.

Université d'Alger. — M. Muller, ancien professeur à la Faculté des sciences, est nommé professeur honoraire à la dite Faculté. L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 novembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Georges Bouligand* (prés. par M. Goursat). — **Sur quelques points de la théorie des fonctions harmoniques.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Ernest Laura* (prés. par M. Goursat). — **Sur une classe étendue de surface.**

MÉCANIQUE. — *A. Guillet* (prés. par M. A. Cotton). — **Chronostrobomètre.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Alex. Véronnet* (prés. par M. B. Baillaud). — **L'équilibre que produirait la seule influence du rayonnement est impossible sur le soleil et les étoiles. L'équilibre interne est isotherme et homogène.**

L'auteur démontre par des formules l'impossibilité d'un équilibre radiatif à l'intérieur du soleil comme à sa surface ; l'équilibre des étoiles est, d'après la loi des gaz réels, nécessairement homogène et isotherme.

GÉODÉSIE. — *Paul Helbronner* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **La jonction géodésique de la Corse et de la France continentale.**

La précision des mesures, obtenue par l'auteur, lui a permis de réaliser une vaste opération de fonction géodésique de la Corse. La jonction de sa méridienne des Alpes avec sa méridienne de Corse établit un enchaînement géodésique continu, de haute précision, de près de 800 km., qui permettra la mesure d'un arc de méridien compris entre deux parallèles écartés de plus de 550 km.

HYDROGRAPHIE. — *E. Fichot.* — **Sur le relief sous-marin du Golfe de Gascogne.**

L'existence d'un plateau sous-marin dans le Golfe de Gascogne avait été signalée récemment. Or, l'exploration effectuée par les soins du Service Hydrographique, du 14 au 27 août 1925, a prouvé irréfutablement que ce plateau n'existe pas, car l'isobathe de 200 mètres marquant vers le large la frontière escarpée du plateau continental, n'a subi aucune modification depuis la détermination qui en a été faite avec la plus grande précision, en 1828.

MAGNÉTISME. — *Mlle A. Serres* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un nouvel état magnétique de l'ion $Co^{\cdot\cdot}$.**

Les mesures magnétiques prises par l'auteur prouvent l'existence d'un nouvel état magnétique, à 26 magnétons, de l'ion $Co^{\cdot\cdot}$. La valeur 25, elle aussi, certaine, est établie par les mesures de Théodoridès. Cette diversité des états magnétiques d'un même ion dans le même sel a déjà été signalée pour les sels dissous et pour les sels à l'état solide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Portevin et P. Chevenard.* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Influence de l'écrouissage et de la trempe sur les propriétés élastiques de divers métaux et alliages.**

Si, au point de vue pratique, les modifications apportées par les traitements thermiques et mécaniques sont relativement faibles pour le module (inférieures à 20 %), il n'en est pas de même pour le décrément qui peut varier du simple au triple. Cette propriété est importante pour les matériaux des organes soumis à des efforts alternés à cadence rapide.

— *A. Petit* (prés. par M. Léon Guillet). — **Contribution à l'étude des alliages aluminium-silicium.**

Dans l'affinage au sodium, la meilleure teneur en sodium est aux environs de 0,5 %, l'influence de cette teneur jusqu'à 1 % est d'ailleurs d'autant plus faible que la vitesse de refroidissement après coulée est plus grande.

Au point de vue des additions spéciales aucun des métaux ou alliages essayés (K, Ca, Mg, Ce, Zn, Cu, Sb, Ni, Co, Bi, Mn, Sn, Fe, Cd, CuMg à 50 %, Cu Mn à 50 %, Cu P à 15 % P) ne peut remplacer l'affinage au sodium et cet affinage doit suivre immédiatement, l'addition spéciale.

CHIMIE. — *Diaz de Barros* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur les nombres nucléaires.**

Les nombres nucléaires des nombreux éléments envisagés par l'auteur présentent une grande ressemblance, qui ne peut être due au hasard, avec les totaux des suites périodiques de Mayer.

Une autre propriété des nombres nucléaires consiste en une relation approchée applicable aux atomes d'une même série.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Jean-Baptiste Senderens.* — **Préparation des éthers-oxydes de la série grasse.**

La méthode de préparation des éthers oxydes par déshydratation catalytique des alcools au moyen de l'acide sulfurique s'applique aussi bien aux alcools non saturés qu'aux alcools saturés primaires et secondaires. Tout consiste à employer des proportions convenables de cet acide.

— *Raymond Delaby* (prés. par M. A. Béhal). — **Isomérisation des vinylalcoylcarbinols $CH^2 = CH - CHOH - R$ en alcools β-alcoylallyliques $CH^2OH - CH = CH - R$.**

L'auteur décrit une nouvelle méthode qui permettra sans doute de préparer plusieurs homologues de l'alcool allylique, parmi ceux-ci l'alcool β — propylallylique donnera par oxygénation ménagée, la β — propylacroléine : la présence de cet aldéhyde a été signalée à l'état de traces dans les feuilles et sa synthèse n'a pas encore été réalisée jusqu'à ce jour. L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *René Bourret.* — **La chaîne annamitique et les Plateaux du Bas-Laos à l'ouest de Hué.**

La Chaîne annamitique doit son origine, dans le Centre Annam, non à des phénomènes de plissement, mais à des phénomènes d'érosion aidés par des mouvements épéiro-

Digitized by Google

géniques dont les traces sont les nombreux hauts niveaux visibles un peu partout des deux côtés de la chaîne.

— *Eugène Raguin* (prés. par M. Pierre Termier). — **Découverte d'une faune de Foraminifères très probablement crétacée dans les calcaires hautement métamorphiques du Vallon du Pâquier, près de la Grande-Motte (Savoie).**

Dans les calcschistes très cristallins, véritables marbres phylliteux, qui, dans le vallon du Pâquier, s'enfoncent sous la nappe des Schistes Lustrés, l'auteur a trouvé, au cours du dernier été, toute une faune de Foraminifères (*Textularia*, *Globigerina*, *Rosalina*, *Cristellaria*), laquelle est très probablement d'âge crétacé.

La présence presque certaine du Crétacé, s'enfonçant sous les Schistes Lustrés de la Sana, est une raison de plus de croire au charriage des Schistes Lustrés sur le Pays briançonnais, Vanoise comprise. Ils viennent en effet en superposition sur n'importe quel terme de la Vanoise ou du Briançonnais, les plus élevés, comme les plus profonds.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE — *R. Cerighelli* (transm. par M. L. Mangin). — **Influence des conditions du milieu sur la germination des graines en absence de calcium.**

Que les milieux de culture soient ou non stérilisés, que les cotylédons soient ou non immergés, que l'on opère en présence d'eau pure ou de vapeur d'eau, les graines ne peuvent jamais germer convenablement en absence de calcium.

— *V. Lubimenko* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'adaptation chromatique chez les algues marines.**

L'adaptation chromatique chez les algues brunes et rouges se manifeste par une diminution des pigments verts et leur remplacement par les pigments d'autres couleurs.

Les algues rouges s'adaptent à l'éclairement de deux manières différentes : 1° Chaque espèce augmente ou diminue la quantité totale des pigments suivant la profondeur d'habitation ; 2° la proportion de la phycoérythrine varie chez les diverses espèces en augmentant avec la profondeur d'habitation.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Eberhardt* et *J. Chevalier* (prés. par M. Lecomte). — **Sur un traitement nouveau des maladies de la Pomme de terre.**

Les auteurs ont utilisé des émulsions dans l'eau, d'hydrocarbures sulfurés provenant du traitement à chaud, par le soufre, des corps obtenus par Bourcet et Chevalier, par catalyse des colophanes à l'aide de l'acide phosphorique et distillation fractionnée.

Les pulvérisations de ces hydrocarbures sulfurés agissent comme parasiticides, détruisant les pucerons et autres insectes ; elles arrêtent également le développement des champignons tels que *Sphærotheca pannosa*, *Phytophthora infestans*. Elles semblent empêcher le développement des maladies de la dégénérescence de la Pomme de terre ; elles permettent, en tout cas, un rendement nettement supérieur.

ENTOMOLOGIE. — *E. Séguy* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Sur les caractères communs aux Œstrides et aux Calliphorines.**

L'auteur montre que le seul caractère tiré du développement plus ou moins prononcé des soies sensorielles ne permet pas de séparer les *Œstridæ dubiosæ* et certains *Œstridæ cavicolæ* des *Ormia* et des *Calliphorinæ veræ*. L'espèce type de ces derniers est le *Calliphora erythrocephala*. Celui-ci, et les espèces des genres voisins, présentent des larves occasionnellement ou habituellement parasites sur les vertébrés. En dehors des habitudes similaires des larves, ces différentes formes sont étroitement reliées entre elles par des caractères communs aux adultes. Ces caractères sont résumés dans un tableau servant de conclusion à cette Note.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (prés. par M. Lindet). — **Préparation de l'albumine du muscle ou myoalbumine par la méthode à l'acétone ; ses principales propriétés.**

La myo-albumine se distingue nettement, notamment de la sérum-albumine, par les trois caractères suivants : 1° Coagulation aux environs de 45°-47°, se poursuivant par paliers jusqu'à 69° 71° ; 2° Coagulation, non sous forme d'un sable fin, mais de petits grumeaux qui s'agglomèrent et se rétractent avec l'élévation de la température ; 3° pouvoir rotatoire spécifique représentant sensiblement la moitié de celui de la sérum-albumine.

La myo-albumine ne paraît provoquer par inoculations sous-cutanées au lapin, que des accidents anaphylactiques lointains et d'assez faible importance.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Max Aron* (prés. par M. Widal). — **Sur l'évolution des glandes génitales de jeunes Urodèles transplantés chez des adultes de même espèce. Notion des conditions internes limitatives du développement des cellules sexuelles.**

De jeunes Tritons crêtés d'âges divers, mais encore très éloignés de la maturité sexuelle, et dont les testicules ne renfermaient par conséquent que des spermatogonies, ont été soumis à la castration unilatérale et conservés en tant que témoins. On a transplanté la gonade enlevée dans le corps adipeux d'un Triton crêté adulte, préalablement castré bilatéralement ou, plus souvent, unilatéralement.

Les résultats observés indiquent qu'un testicule jeune, transplanté sur un soma mûr, ne subit de ce fait aucune accélération de croissance, mais qu'au contraire l'évolution de ses éléments reste sensiblement identique à celle qu'ils auraient affectée chez le sujet d'où ils proviennent.

MICROBIOLOGIE. — *Constantin Gorini* (prés. par M. Roux). — **Sur le *Gastrococcus*.**

Sur 25 caillettes de veaux, l'auteur a rencontré constamment des types de coccus qu'il appelle *Gastrococcus*, qui ont les caractères morphologiques et culturaux de l'*Enterococcus* aussi bien que du *Mamococcus* et du *Caseococcus*.

Dans 15 présures en pâte de provenances diverses et d'âges différents, utilisées dans la fabrication de certains fromages (Parmesan, Gorgonzala), M. Gorini a rencontré constamment le *Gastrococcus* et souvent, en culture presque pure, de nombreux coccus acidoprotéolytiques, capables comme le *Mamococcus* de contribuer à la maturation du fromage. Ainsi s'explique la préférence de certains fromagers pour la présure en pâte qui contient des germes utiles à la réussite des produits.

P. GUÉRIN.

Séance du 23 novembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Valiron* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une classe de développements en série.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Harald Bohr* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une classe de transcendantes entières.**

— *M. A. Kovanko* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une suite de fonctions absolument continues.**

ALGÈBRE. — *P. Sergesco* (prés. par M. Goursat). — **Sur le module minimum des zéros de l'équation trinome.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE ET CHRONOMÉTRIE. — *P. Woog* (prés. par M. Marcel Brillouin). — **De l'extension des lubrifiants sur les surfaces métalliques et solides.**

Les expériences de l'auteur montrent pourquoi les huiles minérales pures ne conviennent pas, en général, pour lubrifier les mouvements d'horlogerie, fait souvent constaté, tandis que les huiles grasses donnent de bons résultats, parce que, à l'inverse des premières, elles tiennent sur les pivots.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Mlle St. Maracneanu* (prés. par M. H. Deslandres). — **Actions spéciales du Soleil sur la radioactivité du plomb et de l'uranium.**

Digitized by Google

L'auteur a constaté, qu'après avoir été exposé au Soleil le plomb d'abord inactif s'est révélé radioactif et que, d'autre part, la radioactivité de l'uranium a été modifiée ; elle n'est plus constante et offre des variations curieuses qui semblent périodiques. Du reste l'effet est variable suivant les jours et même parfois nul.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Edouard Salles* (prés. par M. Brillouin). — **Dispositif électrométrique pour l'étude du champ électrique de l'atmosphère.**

La méthode employée par l'auteur est susceptible d'applications, par exemple pour l'étude du champ au voisinage du sol, la détermination du coefficient de réduction au plan, les mesures à bord des navires.

SISMOLOGIE. — *Raymond Furon.* — **Les séismes de la région de Kaboul (Afghanistan).**

L'auteur, qui a séjourné deux années en Afghanistan, a été témoin de plusieurs tremblements de terre, fréquents dans la région de Kaboul. Il décrit les effets de ces séismes dont il présente une liste comprenant la période 1923-1924, liste forcément incomplète par suite du manque d'instruments.

GÉODÉSIE. — *Marcel Brillouin.* — **La forme du géoïde par la pesanteur. Utilisation correcte de données régionales par l'emploi de la fonction de Green-Neumann.**

Si l'on connaissait la distribution détaillée de la pesanteur pour tout le globe terrestre, on en déduirait la forme détaillée de tout le géoïde, et réciproquement. L'auteur, pour relier la pesanteur au géoïde a utilisé un moyen qui paraît n'avoir jamais été mis en œuvre par les géodésiens : l'emploi méthodique de la fonction de Green-Neumann.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET GÉNIE CIVIL. — *Imbeaux.* — **A propos d'un projet de mise en valeur des chutes à créer entre la Méditerranée et la Mer Morte.**

L'auteur reconnaît que M. P. Simon avait fait paraître en 1903 deux études relatant un procédé basé sur le même principe que le sien, mais que M. Gandillon et lui-même avaient ignoré cette antériorité. Toutefois, le nouveau projet diffère de celui de M. Simon, en ce qui regarde les moyens de réalisation.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Lemeray* (prés. par M. Lecornu). — **Sur une définition relativiste de la simultanéité.**

L'auteur discute une note précédente de M. A. Metz (*C.-R.*, 180, 1925, p. 1824) relative à une définition de la simultanéité dans un système solide.

PHYSIQUE. — *Jean Becquerel, H. Kamerlingh Onnes et W.-J. de Haas.* — **Sur les spectres d'absorption de quelques cristaux de terres rares et leurs modifications dans un champ magnétique à la température de l'hélium liquide.**

Avec l'hélium liquide, les recherches ont pu être étendues jusqu'à la température de 4° 2K, point auquel les spectres des terres rares sont plus simples qu'à la température de 14° K. Quelques bandes encore visibles à 14° K. disparaissent à 4° 2 K.

Les recherches sur l'effet d'un champ magnétique ont conduit les auteurs à constater un fait nouveau : la règle d'après laquelle la vibration circulaire accélérée par le champ magnétique tend à prédominer quand l'agitation thermique diminue, n'apparaît plus comme une loi générale.

MAGNÉTISME. — *Chatillon* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude thermique du paramagnétisme des sels de cobalt en solution.**

L'auteur a étudié la variation thermique du coefficient d'aimantation des chlorure, sulfate et azotate de cobalt. L'intervalle des températures a été de 10° à 140° C. Les nombres de magnétons ont oscillé entre 25,02 et 25,07, l'écart avec le nombre entier 25 est inférieur aux erreurs d'expérience. Ainsi le cobalt rentre dans la règle générale, l'anomalie du demi-magnéton disparaît, le nombre 24,5 venant d'une interprétation incorrecte des mesures.

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — *H. Pelabon* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la détection.**

Tous les métalloïdes susceptibles d'être préparés à l'état de poudre fine ont été essayés par l'auteur qui a constaté que, dans ces cas, la détection était bonne. Il peut donc conclure que pour réaliser un détecteur, il suffit de déposer sur la surface d'un conducteur la poudre très fine d'un diélectrique et d'approcher normalement une pointe fine conductrice.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel.* — **Sur la chlorite des marundites du Transvaal.**

Se basant sur certaines observations faites par A.-L. Hall au sujet de la marundite, l'auteur a recherché si des chlorites analogues à celles de la Caroline du Nord ne se rencontreraient pas associées à cette roche. L'analyse a confirmé cette hypothèse. La chlorite de la marundite du Transvaal possède la même formule que celle de la Caroline du Nord : $4\,SiO^2$, $2\,Al^2O^3$, $7\,MgO$, $6\,H^2O$. Ce sont des prochlorites magnésiennes un peu ferrugineuses.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **La météorite (eucrite) tombée dans la Haute Volta le 27 juin 1924.**

Cette météorite, du poids de 17 kg. 400, est tombée à l'ouest du poste d'Houndé, non loin de Béréba, dans le cercle de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). La croûte est noire et brillante ; ce caractère est spécifique du type lithologique, *l'eucrite*, auquel appartient l'aérolithe de Béréba, il résulte de sa fusibilité plus grande que celle des chondrites essentiellement constituées par des minéraux magnésiens et dont la croûte est mate et d'un brun noir. Les eucrites sont parmi les plus rares des météorites ; deux sont tombées en France en 1819 et 1921.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Chevenard* et *A. Portevin* (prés. par M. Henry Le Chatelier). — **Propriétés élastiques des alliages : variation en fonction de la composition chimique.**

Le module des alliages varie presque linéairement en fonction de la composition chimique et il n'est affecté que secondairement par la constitution et la structure. Il apparaît comme étant principalement une propriété moléculaire : on ne peut donc espérer relever la valeur du module des métaux par alliage ou traitement, dans la proportion où l'on sait augmenter la limite élastique, la ténacité et la dureté.

Les variations du décrément s'éloignent très sensiblement de la loi linéaire, surtout dans les solutions solides voisines des métaux purs.

— *Jacques Risler* (prés. par M. Daniel Berthelot). **Sur la transparence de la résine synthétique (bakelite) aux différentes radiations.**

Un écran de 0 mm. 5 d'épaisseur, en bakélite pure et conservée à l'abri du soleil et des rayons actiniques, est transparent pour l'ultra-violet initial et l'ultra-violet moyen. L'écran perd cette qualité de transparence pour l'ultra-violet après une exposition prolongée à la lumière du jour et très rapidement sous une source riche en ultra-violet. Dans les deux cas, l'écran vire au jaune rose.

CHIMIE MINÉRALE. — M^lle^ *Germaine Marchal* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Action de la silice sur les sulfates de baryum et de magnésium.**

L'auteur a montré antérieurement que la silice agit sur le sulfate de chaux pour en chasser l'anhydride sulfurique à une température notablement inférieure à celle de décomposition par la chaleur seule.

Le sulfate de baryum chauffé seul commence à se dissocier à 1510°. Avec la silice, le dégagement gazeux commence vers 1025°.

Le sulfate de magnésium chauffé dans le vide commence à

Digitized by Google

se décomposer vers 880°; l'addition de silice abaisse le commencement de la décomposition à 680°.

MÉTALLURGIE. — *G. Delbart* (prés. par M. H.Le Chatelier) — **Étude comparée de la corrosion des fontes dans l'acide sulfurique à divers degrés de concentration.**

Les fontes immergées dans l'acide à 1,6 % SO^3 total pendant 72 heures, à la température moyenne de 20°, ont montré que les fontes riches en phosphore, silicium et manganèse ont été plus corrodées que les fontes pures. Les fontes blanches aciérées et malléables ont donné les chiffres les plus faibles. Les aciers, traités dans les mêmes conditions, ont témoigné d'une très grande différence de corrosion avec les fontes grises les moins corrodables.

Dans l'attaque des fontes par l'acide à 80 % de SO^3, les fontes impures sont les plus corrodables.

Dans l'acide à 85 % les fontes impures, sauf la fonte grise manganésée, sont les plus corrodables.

Dans l'acide à 92,6 %, les fontes blanches, les fontes malléables et les fontes grises pures donnent les résultats les plus faibles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Léon Pinto.* — **Sur les dérivés benzidiniques de la thiourée.**

L'auteur a préparé la diamine libre qui par diazotation et par copulation du dérivé diazoté avec différents phénols et amines aromatiques, permet d'obtenir une nouvelle série de colorants très importants pour la teinture, parce qu'ils appartiennent à la série des colorants directs pour coton.

— *A. Wahl et Th. Faivret* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur les diméthylisoindigotines et sur un nouveau dédoublement des disulfisatydes.**

L'action des alcalis sur le diméthyl-7.7'-disulfisatyde donne une diméthyl-7.7'-isoindigotine impure; on obtient un meilleur résultat avec la diméthyl-5.5'-disulfisatyde. Mais en remplaçant l'alcali par la pyridine, on obtient d'emblée les isoindigotines pures et cristallisées.

Le dédoublement des disulfisatydes par la pyridine peut-être représenté par

$$2\,(C^{16}H^{12}O^4N^2S^2) = C^{16}H^{10}O^2N^2 + 2\,(C^8H^7ON) + 4S.$$

— *V.-N. Ipatief et J. Orlof* (prés. par M. Moureu). — **Sur la question de l'éther cyclohexylique.**

L'hydrogénation du phénol sous pression en présence d'oxyde de nickel donne plusieurs produits dont l'un, à point d'ébullition élevé, a été considéré par V.-N. Ipatief comme étant l'éther cyclohetylique. Les auteurs ont repris cette étude : le produit bouillant à 272°-275° a été chauffé 36 heures à 290° en présence d'alumine, d'oxyde de cuivre et d'hydrogène. Le produit obtenu contenant un mélange de cyclohexyl-cyclohexène et de diaclohexyle. Celui-ci séparé forme un liquide incolore, un peu épais, presque inodore dont la température d'ébullition est 237°-138°,5 sous 757 mm. L. FRANCHET.

BOTANIQUE. — *Henri Lecomte.* — **Les dernières publications et les collections botaniques du Prince Roland Bonaparte, membre de l'Académie.**

L'auteur dépose, pour la bibliothèque de l'Institut, les trois derniers fascicules des *Notes ptéridologiques* du Prince Rolande Bonaparte.

La belle collection de Fougères, du Prince, avec la bibliothèque ptéridologique correspondante, se trouve actuellement installée au Muséum, dans une salle spécialement aménagée pour la recevoir et qui portera dorénavant le nom de Galerie Bonaparte.

La partie de l'herbier comprenant les Phanérogames a été attribuée à la Faculté des Sciences de Lyon qui a pu disposer de locaux suffisants pour la recevoir.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *A. Desgrez, R. Moog et Mme L. Gabriel.* — **Sur les variations des quantités de substances azotées, en particulier de l'urée, contenues dans la salive.**

Ces recherches confirment l'augmentation, déjà observée par quelques auteurs, de l'urée salivaire dans l'insuffisance rénale. Ce dosage facile peut fournir une indication très utile au médecin. Il sera pratiqué sur la sécrétion normale, ou, si elle est trop faible, sur celle obtenue après légère excitation par procédé mécanique ou chimique, mais la salive devra être toujours d'émission récente, pour éviter une perte rapide d'urée par fermentation. On observe, en outre, chez les azotémiques, une augmentation du rapport de l'azote de l'urée à l'azote total.

GÉOLOGIE. — *A. Demay* (prés. par M. Pierre Termier). — **Sur la genèse des grands amas pyriteux de la région de Huelva.**

Comme la pyrite du porphyre a cristallisé dans un magna pâteux, on doit admettre que l'amas s'est constitué avant la consolidation de la roche, à une température de 800 à 900° qui correspondait dans les conditions du lieu et du moment à l'état pâteux d'une roche éruptive acide. Dans ce sens précis, les amas pyriteux sont des gisements d'origine ignée.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Jean Motte* (transm. par M. Flahault). — **Sur l'évolution cytologique de l'anthéridie des Mousses.**

Pour suivre, grâce à l'observation vitale, l'évolution cytologique des Mousses depuis le moment où la spore est formée jusqu'à un stade assez avancé du développement de l'anthéridie, l'auteur a employé du matériel fixé coupé à 2 μ. d'épaisseur. Grâce à cela, il a pu procéder à un examen plus approfondi, contrôler certains résultats et en obtenir de nouveaux. Il expose, dans cette Note, les résultats de ses observations chez *Mnium spinosum* Schw. et *Mnium punctatum* L.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Paul Becquerel* (prés. par M. L. Mangin). — **La suspension de la vie des graines dans le vide à la température de l'hélium liquide.**

Dans le vide qui a duré 4 mois, et à la basse température de l'hélium liquide (—269°2 C), le pouvoir germinatif de graines de Raiponce, Tabac, Trèfle, Muflier, etc., n'a pas été amoindri. Ces résultats démontrent que, dans ces conditions exceptionnelles, on peut suspendre la vie des graines sans provoquer leur mort.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* (prés. par. M. Daniel Berthelot). — **Sur un nouvel hybride fertile, d'Ægilops et de Blé** (*Ægilops ventricosa* Tausch *Eriticum Furgidum* L.)

L'hybride obtenu présente beaucoup de caractères propres à l'Epeautre (*Triticum Spelta L.*) dont l'origine est inconnue. Pour que les fécondations se produisent, il faut maintenir les ovaires dans les conditions normales de développement et, en particulier, éviter de léser les rachis des épis, les glumes, les glumelles et les barbes qui sont des organes d'active transpiration. Il faut, d'autre part, éviter la pléthore qui entraîne la coulure en F^2.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Jules Offner et Roger Heim.* (transm. par M. L. Mangin). — **A propos du Pleurote des Ombellifères.**

Les auteurs estiment que la théorie saprophytique, admise par tous les mycologues, ne saurait être écartée par les expériences de M. Costantin. Malgré l'intérêt de ces essais, la théorie parasitaire leur semble encore appartenir au domaine de l'hypothèse. Il est douteux, selon eux, que la question culturale puisse être facilement résolue sur le terrain industriel.

ZOOLOGIE. — *André Naville* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur la présence d'une *Embletomia* (Mollusque Nudibranche**

Digitized by Google

dans le canal de Caen à la mer ; origine exogène de ses nématocystes.

L'auteur rattache à l'*Emblelomia pallida* la forme trouvée **à Bénouville, en eau saumâtre presque dessalée, sur le *Cordylophora lacustris*. L'étude comparative des nématocystes de *Cordylaphora lacustris* et d'*Emblelomia pallida* lui** a montré qu'il n'existait aucune différence appréciable entre les nématocystes provenant soit de l'Hydraire, soit du Mollusque. Cette observation prend la valeur d'une preuve décisive en faveur de la théorie de l'origine exogène des nématocystes des Eolidiens qu'avait déjà défendue Cuénot en 1906.

BIOLOGIE. — *Louis Léger* (prés. par M. Ch. Gravier. — **Acclimatation de l'Omble Chevalier dans les lacs alpins de haute altitude.**

L'Omble Chevalier peut s'acclimater dans nos lacs des Alpes au moins jusqu'à 2.500 mètres. Il s'accommode là des aliments les plus divers. Sa multiplication certaine et sa pêche fructueuse en font une précieuse ressource économique. A ce titre, il paraît tout désigné pour la mise en valeur piscicole des nombreux petits lacs dormants, encore déserts, disséminés dans les hautes régions des Alpes.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Onde élastique et onde nerveuse.**

De données expérimentales et de vérifications, l'auteur tire deux conclusions possibles et tout à fait justifiées.

L'une est que l'onde nerveuse se comporte vraiment comme une onde élastique, si elles ne sont pas identiques absolument.

L'autre est que l'onde nerveuse oriente les micelles de la fibre, tant des nerfs que des muscles. Elle détermine l'automatisme des premiers, et, chez les seconds, elle facilite la transmission. Il s'ensuit cette loi physiologique, admise déjà, que les nerfs à grande conductibilité commandent les muscles rapides ; c'est le fait d'une adaptation fonctionnelle.

— *Henri Piéron* (prés. par M. Henneguy). — **De la loi de variation des quantités liminaires dans l'excitation sensorielle.**

Les recherches antérieures de l'auteur sur l'excitation lumineuse du Lamellibranche *Mya arenaria*, ont établi nettement l'augmentation de la quantité liminaire *it* quand croît la durée d'excitation. En réalité, la quantité d'excitation est fonction parabolique des temps, $it = at^n$. Cette formule paraît exprimer la loi générale des excitations sensorielles entre les deux limites d'une durée supérieure au delà de laquelle la sommation ne se fait plus, et d'une durée inférieure au-dessous de laquelle les quantités liminaires cessent de décroître (ce qui donne à la courbe des quantités en fonction des temps l'allure en *S* bien connue).

PHARMACODYNAMIE. — *Robert-F. Le Guyon.* — **Toxicité de quelques alcaloïdes pour la Roussette. Taux des chlorures avant et après injection.**

Les acides et les bases sont beaucoup plus toxiques chez les poissons que les alcaloïdes. Ces alcaloïdes sont beaucoup moins toxiques chez les poissons que chez les animaux supérieurs. La dose mortelle est de 0 gr. 02 de strychnine pour la Roussette, alors qu'elle n'est que de 0 gr. 05 seulement pour l'homme adulte.

Pour l'atropine, la morphine et la pilocarpine, il y a augmentation des chlorures, tandis que pour la strychnine et la nicotine, il y a légère diminution.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Svend Lomholt* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Recherches par une méthode électrolytique sur la circulation de l'or dans l'organisme.**

L'auteur a étudié la circulation de l'aurothiosulfate de sodium dans l'organisme après injection intraveineuse. La distribution dans l'organisme et l'élimination ont été étudiées sur trois lapins ; l'élimination l'a, en outre, été sur deux hommes. Cette dernière s'accomplit surtout par l'urine (environ deux tiers).

Les résultats obtenus montrent que l'or se distribue et s'élimine à peu près comme les autres métaux lourds : mercure, bismuth et plomb.

— *Maurice Nicloux et Jean Roche* (prés. par M. A. Desgrez). — **Étude de la réaction du ferricyanure de potassium sur le pigment sanguin.**

Le ferricyanure de potassium, agent oxydant en tant que sel ferrique, est capable, indirectement, en passant à l'état ferreux, de céder de l'oxygène à un corps oxydable. Dans la limite des erreurs expérimentales, la quantité d'oxyde de carbone ou d'oxygène dégagée est le double de la quantité d'oxygène cédée par le ferricyanure. On en déduit immédiatement que la formule de la méthémoglobine est HbO. Ce pigment contient, par conséquent, *la moitié de l'oxygène de l'oxyhémoglobine.*

BACTÉRIOLOGIE. — *Fernand Arloing et A. Dufourt* (prés. par M. Vidal). — **Transmission du virus tuberculeux par voie transplacentaire chez la femelle de cobaye tuberculisée avec un filtrat de produits tuberculeux humains.**

Chez des cobayes inoculés avec des filtrats de produits pathologiques humains tuberculeux, le virus qui a traversé la bougie filtrante est susceptible, au moins dans certains cas, de passer au travers du placenta et d'être retrouvé dans le système lymphatique du fœtus.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *M. J. Reenstierna* (prés. par M. Roux). — **Reproduction expérimentale de la lèpre chez les singes inférieurs.**

L'auteur ayant eu à sa disposition deux cas de lèpre tuberculeuse généralisée offrant des lépromes récents d'une richesse énorme en bacilles lépreux, il a inoculé des singes avec la matière broyée de plusieurs des lépromes les plus jeunes.

Le développement de nodules, après une longue incubation, présentant les caractères des lépromes humains, prouve que l'auteur a provoqué, chez des singes inférieurs, la lèpre expérimentale localisée.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les courants alternatifs, par PIERRE SÈVE, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. In-16 (*Collection Armand Collin*, section de physique) de 216 pages avec 117 figures. A. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Le petit livre de M. Sève contient l'exposé des propriétés générales, ainsi que le principe des appareils de production et d'utilisation des courants alternatifs. La facilité avec laquelle ces courants se produisent et se transportent a conduit progressivement à substituer les installations à courants alternatifs aux installations à courant continu autrefois en faveur. Ce sont des courants alternatifs qui fournissent aujourd'hui la plupart des secteurs urbains. Aussi chacun a-t-il intérêt à en connaître les propriétés.

Le livre de M. Sève, d'une très grande concision, donne sur ces courants tout l'essentiel. Les lois des courants alternatifs ne sont autres que les lois ordinaires de l'électricité appliquées à des courants variant périodiquement. Aussi l'ouvrage débute-t-il par l'exposé des grandeurs périodiques et, en particulier, des grandeurs

Digitized by Google

sinusoïdales auxquelles on peut ramener toutes les grandeurs périodiques et qui représentent, avec une exactitude très suffisante, les grandeurs électriques mesurant les courants alternatifs des appareils modernes. Le premier chapitre peut être regardé comme de la mathématique pure, bien que les notations et les conventions utilisées soient un peu spéciales à l'électro-technique. L'ouvrage se termine par une étude sommaire des machines à courants alternatifs donnant au lecteur une idée des principaux usages de ces courants et par l'étude de quelques dispositifs intéressants (redresseurs, transmetteurs d'ondes).

Le livre de M. Sève complète heureusement les excellentes leçons d'électricité publiées dans la même collection par M. Ch. Fabry et consacrées aux lois générales de l'électricité et aux propriétés des courants. Il est d'une lecture plus difficile et l'emploi constant de la notation vectorielle rend parfois l'exposé un peu abstrait; mais le lecteur qui aura pris la peine de le suivre attentivement possédera des notions très précises sur les propriétés des courants alternatifs. **A. Bc.**

Scientific papers manily on electrodynamics and natural radiation including the substance of an Adams Prizes essay in the University of Cambridge, by the late Samuel Bruce Mc Laren. In-8 de 112 pages, avec 10 figures et un portrait de l'auteur. The University Press Cambridge. — Prix : 8 sh. 6.

L'ouvrage rassemble un certain nombre de Mémoires écrits par Mc Laren, tué à Abbeville le 13 août 1916, à l'âge de 40 ans. Les Notes ont été mises au point par les professeurs Hassé, Havelock, Nicholson, Larmor et Walker. Sans entrer dans le détail, signalons que l'œuvre de Mc Laren porte sur les problèmes les plus délicats de physique mathématique, soit en théorie électromagnétique, soit sur les radiations isothermes et le corps noir. Ce sont des questions de la plus grande importance, sur lesquelles Mc Laren avait des idées très personnelles qui méritent de retenir l'attention des physiciens. Leur lecture attentive suggère, à coup sûr, des réflexions et des développements intéressants. La meilleure façon d'honorer la mémoire d'un savant est de favoriser la diffusion de son œuvre: c'est là une pieuse tâche, à laquelle nos amis anglais n'ont garde de faillir et, sur ce point, ils nous donnent un excellent exemple à imiter. A. Bc.

Lampes, tubes et valves électriques. Etudes des caractéristiques. Construction. Essais. Usages. — Applications à l'éclairage, au redressement des courants et à la radiotélégraphie ou à la radiotéléphonie par H. Pécheux, sous-directeur de l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Selle. In-8 de 238 pages avec 153 figures. Librairie Delagrave, Paris. — Prix : 30 francs.

Dans son ouvrage, M. Pécheux étudie les lampes actuellement employées pour l'éclairage; il expose leurs caractéristiques essentielles, leur mode de construction, les essais auxquels on les soumet et les applications diverses qu'elles reçoivent.

En débutant, M. Pécheux rappelle les principes fondamentaux sur le rayonnement, l'incandescence, l'arc et la luminescence, indispensables pour bien comprendre les phénomènes dont les lampes électriques sont le siège et les utiliser rationnellement. Le deuxième chapitre est consacré à l'étude scientifique et technique des diverses lampes à incandescence et à arc. Les tubes luminescents occupent aujourd'hui une place importante dans l'industrie de l'éclairage (tubes à vapeur de mercure, tube à néon); les tubes à vide sont utilisés pour la production des rayons X qui rendent d'importants services en radiométallographie; leur étude fait l'objet du chapitre III. Enfin, sous le nom de valves électriques, l'auteur décrit les tubes utilisés au redressement des courants alternatifs, à la réception des ondes de télégraphie et de téléphonie sans fil. **A. Bc.**

General systematic Bacteriology, par R.-E. Buchanan, Professeur à l'Université d'Iowa (U. S. A.). In-8° de 597 pages. (*Monographs on systematic bacteriology*, Tome I). Williams and Wilkins Company, Baltimore Maryland U. S. A). — Prix : 6 dollars.

Cet ouvrage est le premier d'une série de Monographies, consacrées à la bactériologie systématique, publiées sous la direction de la Société des Bactériologistes Américains. Il renferme tout d'abord l'exposé historique des divers systèmes de classification qui ont été proposés jusqu'à ce jour pour les groupes les plus importants des Bactéries.

On y trouve ensuite les divers codes de nomenclature qui ont été établis spécialement pour la description des espèces bactériennes, ainsi que les règles de la nomenclature zoologique et botanique applicables en microbiologie. Enfin la dernière partie, qui ne comporte pas moins de 381 pages, forme une sorte de dictionnaire des noms qui sont employés pour désigner les divers groupes de bactéries et les espèces microbiennes les plus importantes. Cette longue énumération est une mine de renseignements intéressants, mais on peut reprocher à l'auteur d'avoir laissé de côté bien des travaux français qui reposent sur des bases au moins aussi sérieuses que celles de nombreux travaux américains ou allemands sur lesquels il s'étend avec complaisance.

Il n'en est pas moins vrai que cet ouvrage est du plus grand intérêt pour tous les travailleurs des laboratoires où l'on étudie les microbes; pour nous autres, Français, il nous évitera de longues recherches dans les mémoires étrangers. Il nous édifiera aussi sur la nécessité de réagir contre la tendance regrettable de beaucoup d'auteurs qui persistent à réserver, dans leurs classifications ou leurs descriptions, une part beaucoup trop réduite aux caractères biochimiques, part qui ne correspond pas à l'état actuel de nos connaissances sur la composition et la dégradation bactérienne des protides et des glucides.

Les cliniciens, anatomo-pathologistes, botanistes, zoologistes, physiologistes, biochimistes et même physico-chimistes qui s'adonnent aux recherches bactériologiques, sentent chaque jour davantage la nécessité de faire appel aux sciences qu'autrefois ils considéraient volontiers comme peu utiles au progrès de leur spécialité; aussi, beaucoup d'entre eux s'efforcent-ils de développer sans cesse leur culture scientifique générale. Les jeunes biochimistes, les jeunes médecins ou biologistes qui débutent en bactériologie devraient en même temps, les premiers, acquérir de solides connaissances biologiques et médicales, les seconds, étudier de leur mieux la chimie et ses fondamentales techniques; nous pouvons leur assurer qu'ils y trouveraient de multiples avantages. Il y aurait, d'ailleurs, encore beaucoup à dire sur la formation des microbiologistes si nous n'étions pas limité par le cadre étroit d'un compte rendu bibliographique.

En terminant cette digression nous tenons à faire remarquer qu'elle n'a pas été inutile à notre analyse,

Digitized by Google

puisqu'elle montre que l'excellent ouvrage de R. E. Buchanan n'est pas seulement un recueil de données indispensables à quiconque s'occupe de la classification des bactéries, mais, aussi, par la nature même des documents qu'il renferme, un livre capable de suggérer à la fois des réflexions critiques et de très nombreux sujets de recherches. Dr A. BERTHELOT.

Diathermie et diathermothérapie, par le Dr Henri BORDIER, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. 2e *édition*. In-8° de 582 pages avec 156 figures. Baillière, éditeur.

La première édition de cet intéressant ouvrage, qui a été couronné par l'Académie des Sciences en 1923, ne comportait que 490 pages et 137 figures. Celle que nous présentons à nos lecteurs a donc été l'objet de nombreuses additions, rendues nécessaires, d'ailleurs, par les rapides progrès de la diathermothérapie.

Celle-ci conquiert peu à peu en France la place importante qui lui revient dans le traitement électrique des affections médicales ou chirurgicales, mais ce n'est pas sans lutte, tant certains esprits se montrent sceptiques en ce qui concerne la diathermie. Pourtant n'est-ce pas chez nous que ses applications auraient dû se développer le plus rapidement et le plus aisément puisque c'est à un Français, le professeur d'Arsonval, que nous devons l'introduction des courants de haute fréquence en médecine.

Quoi qu'il en soit, si la diathermothérapie est maintenant mieux connue et de plus en plus employée, c'est certainement sous l'influence de l'excellent ouvrage du Dr Bordier, ouvrage si bien documenté au triple point de vue de la théorie, de la technique et de la pratique médicale. Nous ne passerons pas en revue tous les faits nouveaux exposés dans cette seconde édition, ils sont si nombreux que les médecins et les physiciens qui s'intéressent aux propriétés thérapeutiques de la haute fréquence ne sauraient se contenter d'avoir lu l'édition de 1922. Quant à ceux qui connaissent mal la diathermie et qui doutent encore des ressources qu'elle offre pour le soulagement ou la guérison des malades, nous leur conseillons de parcourir sans plus tarder le livre du Dr Bordier; il y a beaucoup de chances pour que cette lecture fasse d'eux des adeptes convaincus de la diathermothérapie. A. BERTHELOT.

Précis d'hygiène, par J. COURMONT, LESIEUR et A. ROCHAIX. *Troisième édition* revue par Paul Courmont, Professeur d'hygiène et A. Rochaix, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. In-8° de 901 pages avec 231 figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 38 francs.

Lorsque le regretté Professeur Jules Courmont a publié la première édition de son *Précis d'hygiène* nous avons exprimé tout le bien que nous pensions de cet ouvrage et insisté sur le rôle important qu'il jouerait certainement dans le développement de l'hygiène en France. Nous nous bornerons donc à dire de cette nouvelle édition, mise au courant des derniers progrès de la science, qu'elle continuera admirablement l'heureuse influence exercée par les deux précédentes.

Tout ce qui concerne la prophylaxie des maladies infectieuses ainsi que la lutte sociale contre la tuberculose et la syphilis a été l'objet d'un exposé plus complet. Les maladies, comme la fièvre de Malte, l'encéphalite léthargique et le trachome, dont l'extension progressive en France peut causer quelques inquiétudes, ont été étudiées avec plus de détails. Enfin, les nouveaux procédés de désinfection et de dératisation, la question des ordures ménagères, celle des habitations hygiéniques à bon marché, celle des établissements classés et de la protection légale des travailleurs ont été traités aussi complètement que possible, à l'aide des documents les plus récents.

Cet excellent précis d'hygiène constituera donc toujours le meilleur des guides pour les hygiénistes. Il devrait être lu et médité par tous les parlementaires, non médecins, qui persistent à considérer un Ministère de l'hygiène comme une institution parfaitement inutile dans un pays dont la population ne cesse de diminuer!

A. B.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Mission du Service géographique de l'Armée pour la mesure d'un arc du Méridien équatorial. T. III, 1re partie. In-4° de 255 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

J. Lhermitte. — Les fondements biologiques de la psychologie. In-8 de 241 pages avec 6 figures (Collection *Science et Civilisation*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 14 francs.

The Colchester Museum of local antiquities. Report of the Museum and Muniment Committee for the year ended 31st march 1925. In-16 de 28 pages avec 8 planches. — Prix : 6 pence.

W. Harrison Martindale et *W. Wyna Wescott.* — Extra Pharmacopœia. Vol. II. In-8° de 728 pages. H. K. Lewis and Co, éditeur, London. — Prix : 20 sh. 6 p.

R. Legendre. — La concentration des ions hydrogène de l'eau de mer. Le pH; procédés de mesure; importance océanographique, géologique, biologique. In-8° de 283 pages avec 31 figures. Presses universitaires. — Prix : 30 francs.

G. Ichok. — La protection sociale de la santé. L'action médico-sociale. Organisation, documentation, bibliographie. In-8° de 420 pages. Rivière, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

G. Hartmann. — Les Mécanismes. In-8° de 452 pages. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

H. Bonasse. — Propagation de la lumière. Théorie de la Réflexion vitreuse et métallique. In-8 de 480 pages avec figures. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 36 francs.

A. Besredka. — Immunisation locale. Pansements spécifiques. In-8 de 50 pages. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Dr M. Nicloux. — L'oxyde de carbone et l'intoxication oxycarbonique. Etudes chimico-biologiques. In-8° de 254 pages avec 34 figures. Masson, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

D. L. Ramond. — Conférences de clinique médicale pratique. In-8 de 450 pages avec figures. Vigot, éditeur, Paris. — 25 francs.

A. Laquerrière. — Rayons X et corps radio-actifs. In-16 de 200 pages avec figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr. 50.

Lacapère et Montlaur. — Dermatologie du praticien. In-16 de 165 pages. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr. 50.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

DIRECTEUR DE LA RÉDACTION
CHARLES MOUREU
MEMBRE DE L'INSTITUT ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE

N° 24 — 63e ANNÉE — 26 DÉCEMBRE 1925

LES ÉTUDES ZOOLOGIQUES. CRITIQUES ET DESIDERATA

Avant d'entrer dans le sujet de mon cours — l'*Hérédité et la Variation* — je crois devoir formuler quelques brèves réflexions (1) — qui, d'une façon un peu paradoxale, s'adressent surtout aux absents, — sur la façon, à mon avis, très regrettable, dont les étudiants, à la Sorbonne, comprennent actuellement l'étude de la Zoologie. Cela est une conséquence évidente, mais non moins déplorable, de l'organisation des certificats d'études supérieures. Les épreuves de ces certificats, en effet, sont basées, non sur le contenu actuel de la science et les nécessités logiques de son étude, mais sur les rapports purement contingents des chaires magistrales. Un certificat est la sanction des cours faits dans une chaire. Entre des enseignements qui se complètent et devraient être intimement associés, mais qui sont donnés dans des chaires distinctes, existent des cloisons étanches. L'étudiant ne se préoccupe pas d'acquérir des connaissances équilibrées, *il fait des certificats*, — dans son argot, il *fait zoologie* par exemple — et ne vise qu'à pouvoir répondre aux questions qui lui seront posées ; celles-ci, en pratique, ne sortent guère des cours professés pendant l'année dans la chaire auquel l'examen correspond. Tout ce système est un bachotage verbal, qui mérite des sévérités au moins égales à celles qui ont été exprimées naguère au sujet du baccalauréat.

C'est ainsi que presque aucun des candidats qui ont préparé, ces dernières années, le certificat de Zoologie n'a suivi — et il en sera vraisemblablement encore de même — les enseignements donnés dans cette chaire (1), ni les travaux pratiques, parce qu'il n'y avait pas de chances d'interrogation sur eux à l'examen de Zoologie. Et cependant, les cours et travaux pratiques faits dans ce laboratoire, devraient être une partie essentielle de l'éducation d'un étudiant en Zoologie. Dans l'état présent de la science, les questions traitées ici sont celles qui se rattachent le plus directement au mouvement et aux progrès actuels, en même temps qu'elles portent sur des problèmes fondamentaux.

Je suis naturellement loin de nier qu'il faille toujours acquérir comme base une certaine connaissance de l'organisation et de la classification des principaux groupes zoologiques et je n'entends critiquer à aucun degré la façon dont ces matières sont présentement enseignées à la Sorbonne ; mais cela ne saurait suffire. Il ne devrait pas être permis d'ignorer tout des grandes questions qui constituent le domaine vivant de la biologie contemporaine.

Une étude purement morphologique et systématique de la Zoologie cadrait à la rigueur avec l'état de la science en 1890, encore que, déjà, c'était un point de vue des plus étroits. En 1895, Yves Delage, qui occupait alors, d'une manière brillante, et en y fournissant un labeur opiniâtre, une des chaires de Zoologie de la Faculté, et qui jusque-là avait orienté son enseignement à

(1) Ces quelques considérations ont été exposées au début de la leçon d'ouverture du cours de 1925-1926, dans la chaire d'*Evolution des êtres organisés*, à la Sorbonne. On pourra les rapprocher d'une étude publiée précédemment ici-même par M. Paul Janet (Sur la réforme de la licence ès-sciences, *Revue Scientifique*, 13 janvier 1923, p. 2-7).

(1) *Évolution des êtres organisés.*

La « Revue Scientifique » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Digitized by Google

peu près exclusivement dans un sens morphologique, avait nettement compris la récessité d'un cadre plus moderne et il exprimait cette idée avec une grande vigueur dans l'*Introduction* de son grand ouvrage sur *La structure du Protoplasma et les théories de l'Hérédité*. Je ne saurais trop engager à la relire. Delage avait seulement le tort de méconnaître l'effort fait, depuis plusieurs années, dans le sens qu'il réclamait, dans la chaire même que j'occupe en ce moment, par mon prédécesseur et maître, Alfred Giard, dont la vaste curiosité était orientée vers les questions modernes, aussi bien que vers la zoologie classique ; lui, précisément, enseignait et recommandait tout particulièrement aux étudiants d'alors ces questions nouvelles constituant la Biologie générale.

Je dois dire, qu'à cette époque déjà, les étudiants en Zoologie ne profitaient pas autant qu'ils l'auraient dû de l'enseignement donné dans la chaire d'*Evolution des êtres organisés*. Ils avaient, il est vrai, l'excuse que de fortes influences attardées les en détournaient, à la Faculté même. Mais ils savaient aussi qu'aux examens de licence, ils pouvaient avoir Giard pour juge et c'était une raison suffisante pour déterminer chez beaucoup un tropisme qui les conduisait à son amphithéâtre.

Trente ans se sont écoulés depuis le manifeste de Delage et les idées qu'il y développait ont été vérifiées au delà de tout ce qu'il pouvait espérer. Les préoccupations strictement morphologiques, et même les spéculations phylogénétiques souvent très suggestives basées sur elles, tout ce qui constituait la zoologie classique et même la plus récente et révolutionnaire zoologie darwinienne, sans perdre de leur valeur intrinsèque, sont passées aujourd'hui à l'arrière-plan. Ce n'est pas sur ce terrain que s'effectue en ce moment l'effort fécond de recherche et de pensée ; ce n'est pas la partie vivante de l'arbre de science biologique. Ce qui, sur cet arbre, prolifère, bourgeonne, fleurit et fructifie, c'est la biologie générale, envisagée de plus en plus d'une façon positive et expérimentale.

Une de ses maîtresses branches est l'étude de l'*Hérédité* — qui précisément va faire l'objet de mon cours cette année. Restée jusqu'en 1900 sur un terrain à peu près purement spéculatif, — le livre de Delage, publié en 1895, et qui en est une mise au point très complète pour l'époque, en témoigne nettement, — elle est passée, avec le début du siècle actuel, sur le terrain de l'observation positive et de l'expérimentation précise, grâce à la réviviscence et au développement des travaux de Naudin et de Mendel. Aujourd'hui, sur la base du mendélisme, il s'est développé toute une science nouvelle, la *Génétique*, dont j'aurai à vous exposer les principales conclusions et les principaux problèmes.

L'embryogénie, jusque-là purement descriptive, étudiée surtout avec la préoccupation d'en déduire des données phylogénétiques, est devenue elle aussi largement expérimentale. Elle s'efforce, par l'expérience directe, de déterminer les conditions, les mécanismes et les lois générales de la morphogenèse. Ici encore, c'est véritablement une science nouvelle, qui s'est plus ou moins individualisée, qui n'a pas de nom français consacré, mais qui, en Allemagne, a depuis longtemps reçu celui d'*Entwicklungsmechanik* (1). L'un de ses chapitres les plus importants et aussi le plus attrayants est celui de la *Régénération*, qui, depuis trente ans, et encore maintenant, est l'objet d'un nombre énorme d'expériences et de publications. J'en avais fait, il y a deux ans (1923-1924), l'objet de mon cours.

De ces études sur la régénération est sortie une technique qui est encore à ses débuts mais qui ouvre, pour l'étude directe de la vie cellulaire, un champ des plus vastes, celle de la culture des tissus *in vitro*. La biologie cellulaire a fait, d'autre part, d'énormes progrès, par l'expérimentation sur l'œuf, la cellule par excellence, qui, isolée, est affranchie de toutes les corrélations complexes de l'état pluricellulaire. En 1899, J. Loeb, en réalisant la parthénogenèse expérimentale, ouvrait une voie nouvelle des plus fécondes, par où on a été conduit à varier, presque à l'infini, les expériences et les méthodes, si bien qu'aujourd'hui c'est pour ainsi dire, toute la chimie physique qui est appliquée à l'étude expérimentale de l'œuf et de la cellule. L'ionisation et les mesures de *p*H deviennent notions et données banales pour le biologiste. Les techniques vont en se diversifiant toujours. Dans ces dernières années, les ingénieux appareils de microdissection de R. Chambers, fournissent le moyen de porter, dans l'intimité même de la cellule, les agents les plus divers. Les leçons faites ici chaque année, le samedi, sur les gamètes s'efforcent de donner une mise à jour des principaux résultats de la cytologie expérimentale.

Chez les organismes adultes, le lien entre la forme et les états fonctionnels est aussi une des préoccupations aujourd'hui dominantes ; le mécanisme des corrélations fonctionnelles est un des chapitres les plus actuels de la physiologie proprement dite ; le conditionnement des formes et des structures par l'activité fonctionnelle des organes et en particulier des glandes endocrines, thyroïde, thymus, hypophyse, etc... a donné lieu récemment à de multiples travaux d'un très grand intérêt.

(1) Brachet l'appelle *embryogénie causale*.

Digitized by Google

En particulier et surtout, les problèmes de la *sexualité* ont fourni et fournissent en ce moment des données spécialement intéressantes, que j'ai résumées dans mon cours de 1924-1925.

Le trait commun à toutes ces branches, où se manifeste surtout l'activité des biologistes contemporains, ce qui caractérise celle-ci par rapport aux recherches de la période précédant 1900, c'est une association de plus en plus intime de la morphologie et de la physiologie, c'est l'introduction de plus en plus fréquente de la méthode expérimentale proprement dite, dans nombre de problèmes, où l'on se bornait autrefois à la simple observation et aux conjectures. Cette tendance est inscrite dans le titre même des périodiques biologiques les plus vivants aux États-Unis, en Angleterre, en Allemagne et ailleurs.

Il est donc bien évident que c'est vers ces questions que doit être orienté l'esprit des jeunes chercheurs, que c'est vers elles que doit se tendre l'effort principal de ceux qui aspirent à se consacrer aux recherches biologiques et il est non moins évident que, même pour les étudiants, qui, sans vouloir devenir des biologistes professionnels, visent seulement à acquérir un grade *d'études supérieures* en Zoologie, il est au moins paradoxal, pour ne pas dire inadmissible, qu'ils ignorent tout de ces problèmes à l'ordre du jour. Et c'est cependant ce qui advient de la généralité, presque de la totalité de ceux qui obtiennent à la Sorbonne, la licence, dite *homogène*, celle qui confère l'accès à l'agrégation et au doctorat, parce que le certificat de *Zoologie*, pour la préparation duquel toutes ces grandes questions sont nécessairement laissées de côté, est celui qui est exigé, alors que celui *d'Embryologie générale*, où elles constituent le fond de l'enseignement, n'est pas valable et par suite est délaissé.

Je ne suis pas de ceux qui attachent grande importance aux examens, étant blasé sur la façon dont on est amené fatalement à les faire subir, et, moins que quiconque, je pousserais les étudiants à accumuler sans nécessité des diplômes. Il ne s'agit donc pas dans ma pensée, de vouloir contraindre les étudiants à prendre un certificat de plus. Mais il serait fort à désirer que les questions les plus intéressantes et peut-être les plus importantes de la biologie, enseignées régulièrement dans cette chaire, fussent effectivement incorporées au programme du certificat de Zoologie, que, par suite, les étudiants en Zoologie sentissent le besoin de venir, dans cet amphithéâtre, acquérir à cet égard les connaissances essentielles.

Le paradoxe n'est d'ailleurs pas spécial à la Sorbonne, ni à la Zoologie. Il surgit dans toutes nos Facultés des sciences et pour la plupart des branches, de par le système même des certificats d'études supérieures, qui conduit fatalement à des études arbitrairement tronquées. En ce qui regarde la biologie générale envisagée ici, ou bien — c'est le cas en beaucoup de Facultés — elle n'est pas enseignée du tout ; ou bien, elle fait, sous des noms divers, l'objet d'un certificat distinct, comme à Paris, mais qui, ne servant pas pour le doctorat ou l'agrégation, est négligé par les étudiants. J'en recevais, ces jours derniers, la confidence mélancolique d'un de mes collègues, qui voit ainsi se consumer vainement le très sérieux effort d'enseignement qu'il fournit.

Si cuirassé que je sois sur la difficulté de provoquer des changements à l'état de choses établi, j'ai cru devoir vous apporter ces réflexions qui, je tiens à le répéter, ne sont aucunement une critique de mes collègues, et vous prier d'en propager l'écho auprès de vos camarades, de ceux au moins qui ne voient pas, comme unique but de leurs études, la récolte d'un diplôme, et je félicite les étudiants, trop rares, qui, sans avoir besoin de ces exhortations, ont senti l'intérêt profond des problèmes en question.

Maurice CAULLERY,
Professeur à la Sorbonne.

REVUE INDUSTRIELLE

LES SIGNAUX DE BRUME

Grâce à une série de perfectionnements, la navigation — et même la navigation aérienne — est devenue moins dangereuse : la météorologie, les phares, la T. S. F., les appareils d'observation et l'instruction du personnel ont permis de lancer des navires de plus en plus volumineux avec des vitesses de plus en plus grandes.

Il est cependant un danger, le plus redoutable de tous, contre lequel on commence seulement à essayer des antidotes efficaces, la brume.

Il faut avoir été perdu — comme cela nous est arrivé — entre Brest et l'Ile d'Ouessant, dans le passage du Fromveur et avoir connu l'angoisse de redouter, à tout moment, de voir surgir — dans la très faible zone que l'on pouvait apercevoir en se penchant, de l'avant du navire — la masse confuse d'un roc, ou de ressentir l'horrible secousse accompagnée du craquement de la coque, sur un de ces récifs que les pêcheurs appellent des « cailloux» et qui sont si nombreux dans cette région, que les

Digitized by Google

cartes marines sont semées de points noirs. Il faut avoir entendu à l'entrée de la Manche, au détroit de Gibraltar, dans différents autres détroits ou embouchures fréquentées, les sons lugubres des sirènes, les appels stridents des sifflets, indiquant un nombreux voisinage, qu'on ne voit pas et dont, à chaque instant, la rencontre peut être fatale, pour se représenter tout l'intérêt qui s'attache aux signaux de brume.

Ce qui est vrai sur la mer, l'est *a fortiori* dans l'océan aérien où l'aéronef ne peut disposer de l'avantage que procure aux navires, l'invariance relative — aux marées près — de la surface de

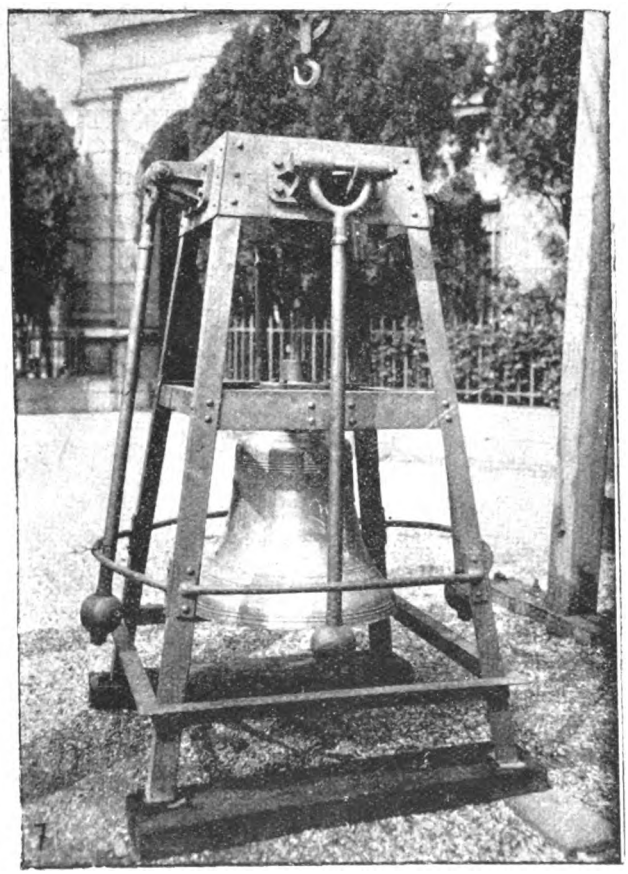


Fig. 501. — Cloche aérienne de bouée.

niveau sur laquelle ils flottent, tandis que l'avion ne peut stopper et risque, dans ses évolutions, de rencontrer la terre beaucoup plus tôt, et par conséquent plus brutalement, que son pilote pouvait s'y attendre à la lecture des barographes.

***

Les cloches aériennes (fig. 501), les trompettes ou les sirènes à air comprimé (fig. 502, 503) que l'on peut installer sur les musoirs des jetées ou même, pour augmenter la portée, sur les galeries supérieures des phares, indiquent évidemment l'approche de

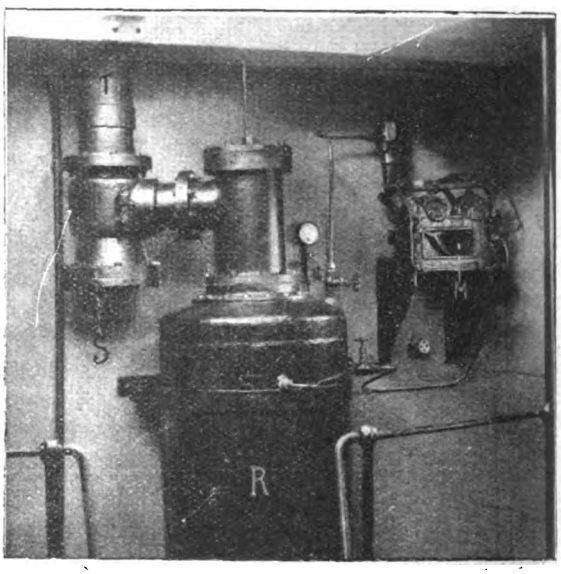


Fig. 502. — Mécanisme réglant l'émission des sons d'une sirène à air comprimé.

dangers, mais ne donnent aucune indication précise, ni de la distance, ni de l'orientation de l'appareil d'émission. Cela a été confirmé par de nombreuses expériences américaines, allemandes, anglaises et françaises, à l'aide de tous les appareils sonores aériens en service dans les différents pays. C'est ainsi que l'on a trouvé, que le son de la même sirène porte, suivant les circonstances, de 2 à 15 milles et que la direction apparente du son est souvent très différente de la direction réelle, par suite de phénomènes de réfraction et de réflexion sur les couches inégalement denses de l'atmosphère, phénomènes qui peuvent même inverser complètement les directions et, beaucoup plus souvent, créer de véritables zones de silence qui pourraient donner une fausse sécurité aux navigateurs, pourtant plus rapprochés du rivage à ce moment qu'à l'instant où ils avaient perçu les premières émissions.

***

On fut donc conduit à utiliser la mer elle-même pour la transmission des signaux sonores. Les signaux sous-marins sont, en effet, portés beaucoup plus loin par l'élément liquide, sans que les perturbations dans la densité de l'air, dans la vitesse des vents, puissent produire des déviations notables, ni surtout ces zones de silence, particulièrement dangereuses, auxquelles nous venons de faire allusion.

Il résulte de nombreuses expériences, particulière-

Digitized by Google

ment des essais personnels que nous avons poursuivis en 1912 à l'entrée de la Manche et aux abords du port du Havre, que pourvu que les cloches sous-

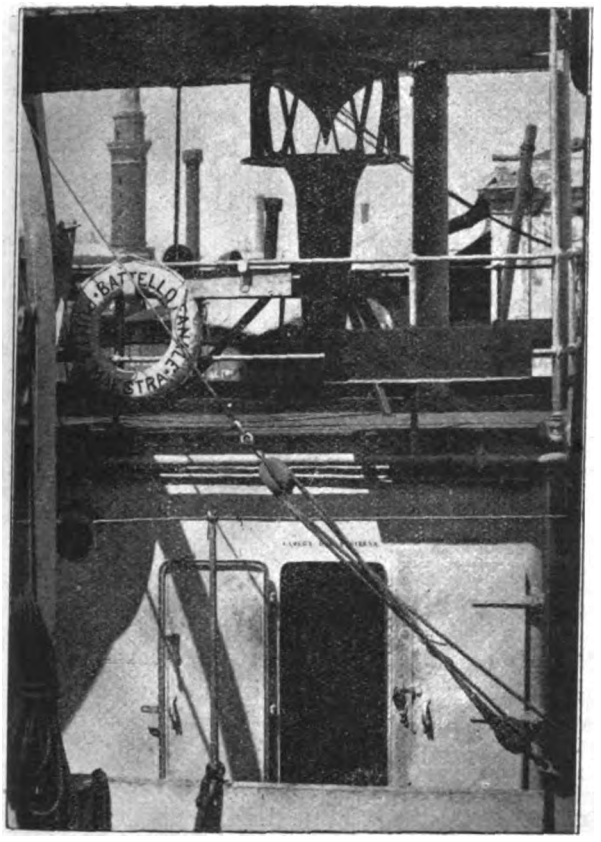


Fig. 503. — Pavillon en forme de champignon de la sirène d'un bateau-phare.

marines (fig. 504 et 505) soient éloignées des côtes déchiquetées où le bruit intense des vagues, se brisant contre les rocs, couvre ou brouille tous les signaux sous-marins, les émissions sonores des cloches immergées peuvent être, dans la brume, d'un très grand secours aux marins. L'un des meilleurs endroits où l'on puisse immerger une cloche sous-marine est un fond de sable régulier, éloigné du rivage : on suspend donc aux bateaux-phares (fig. 506 et 507) des cloches sous-marines qui se montrent particulièrement efficaces.

Les signaux peuvent être reçus par l'intermédiaire de microphones étanches que l'on immerge du navire, au-dessous de la flottaison.

L'expérience a prouvé que l'on peut même s'orienter à l'aide de ces signaux, si on loge les microphones dans des petites caisses remplies d'eau insérées dans la coque, de chaque bord du navire. Ces microphones, reliés électriquement à la chambre de navigation, font vibrer un écouteur téléphonique.

S'approche-t-on d'une zone dangereuse, l'officier de quart porte les écouteurs à son oreille, celui de droite est en relations avec le microphone immergé à tribord, celui de gauche avec le microphone bâbord. Supposons qu'il reconnaisse dans celui de droite, le caractère de l'émission sous-marine d'un bateau-phare connu (le nombre, l'inter-

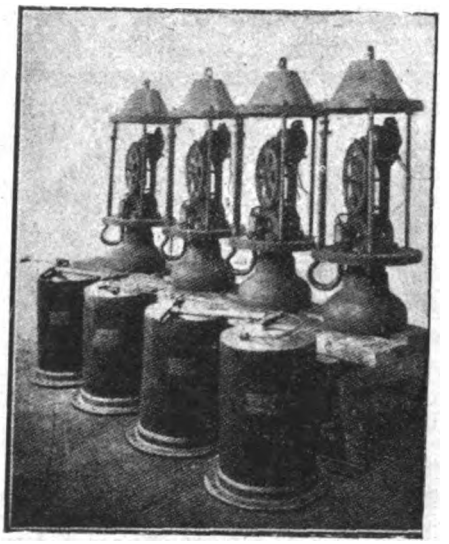


Fig. 504. — Cloches électriques sous-marines. (Les cylindres étanches qui protègent le mécanisme ont été enlevés pour en montrer les rouages).

valle et la hauteur des sons permettent facilement cette identification ; on règle les cloches sous-marines et les microphones sur le même son

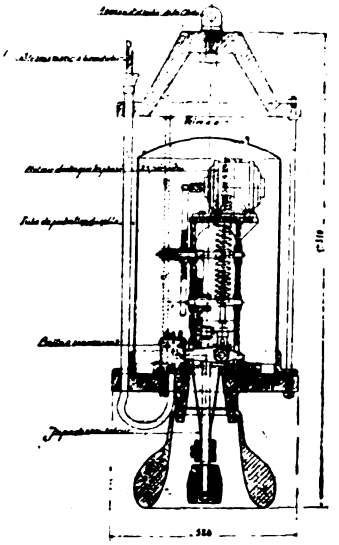


Fig. 505. — Coupe longitudinale d'une cloche électrique sous-marine.

musical afin d'augmenter la portée des signaux et de les distinguer de tous autres bruits) ; l'officier, fait alors venir sur tribord, c'est-à-dire tourner

Digitized by Google

vers la droite, le navire jusqu'à ce que les coups de battant de la cloche éloignée se perçoivent avec la même intensité, dans le microphone de gauche que dans le microphone de droite. En regardant son compas, il détermine le gisement du phare, du danger, du bateau-feu, d'où émanent les sons, précieux renseignement qui, obtenu de nouveau après un certain cheminement, permet de faire le point.

La portée des cloches électriques sous-marines françaises est notable : avec un simple microphone

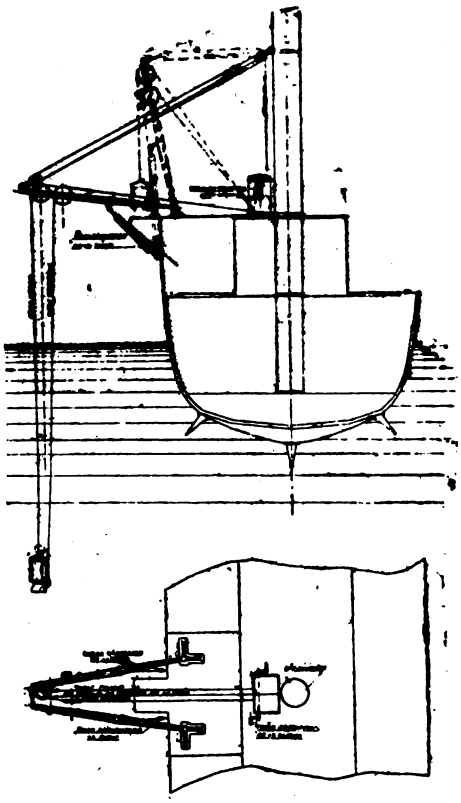


Fig. 506. — Vue en coupe transversale et en plan d'un dispositif d'immersion de la cloche sous-marine d'un bateau-phare.

immergé le long d'un bateau-baliseur, nous avons entendu la cloche du bateau-feu *Le Havre* jusqu'aux abords de Barfleur.

***

L'appareil américain Fessenden, fondé sur un principe analogue, permet aux navires isolés par la brume de communiquer entre eux pour éviter les abordages.

Un cylindre mobile, de cuivre, animé d'un mouvement rapide à l'aide d'un appareil magnéto-électrique, fait vibrer une plaque ou diaphragme attelé sur la tête de ce cylindre.

L'oscillateur est encastré dans la paroi avant de chaque côté du navire, de sorte que les mouvements vibratoires de la plaque envoient des ondes sonores au travers de l'eau salée à la manière des cloches sous-marines.

Lorsque ces émissions sont reçues par un navire, pourvu d'un appareil identique, elles font reproduire, par réversibilité, à la membrane réceptrice,

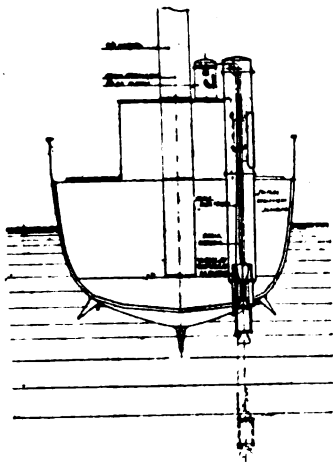


Fig. 507. — Immersion d'une cloche sous-marine à l'aide d'un puits traversant la coque.

les mêmes vibrations, de sorte que l'on peut facilement percevoir et même enregistrer les signaux sur une bande.

Ces appareils ont des portées satisfaisantes : 50 kilomètres lorsque le navire est arrêté, 40 kilomètres environ sur un navire en marche par temps calme — et l'on sait que les périodes de brume sont généralement des périodes de calme.

Ils permettraient aussi de communiquer avec un poste situé sur un bateau-phare, ou même avec un poste installé sous une estacade implantée dans le rivage et d'avoir ainsi des indications permettant de reconnaître les dangers.

En outre, un appareil Fessenden, suspendu le long du bord, permet de sonder (1) avec une certaine précision, si l'on mesure le temps qui s'écoule entre une émission et son retour par réflexion. On peut, de même déceler, à une distance suffisante, la présence d'un iceberg qui pourrait déchirer la coque du navire.

***

Mais les appareils Fessenden ont l'inconvénient de n'émettre leurs ondes sonores que dans une

(1) Le sondage se fait d'ailleurs avec beaucoup plus de précision, d'une manière analogue, mais à l'aide des ultra-sons, vibrations beaucoup plus rapides que les vibrations audibles, et que M. le Professeur Langevin est arrivé à réaliser très pratiquement en soumettant les deux faces argentées d'une mosaïque de cristaux de quartz à des tensions électriques alternatives réglées par une lampe triode. Le même appareil peut servir de récepteur.

Digitized by Google

zone d'assez faible amplitude. Pour les utiliser à la signalisation à bord d'un bateau-phare, on devrait donc les diriger vers les navires intéressés, ce qui peut se faire maintenant à l'aide de la T. S. F. et des radiogoniomètres.

Ces appareils et les signaux hertziens de brume, appelés maintenant *radiophares*, qui permettent de les utiliser d'une manière plus commode que les postes de T. S. F. ordinaires, sont le résultat d'une série de travaux intéressants, poursuivis, depuis 1897, par M. André Blondel, actuellement membre de l'Académie des Sciences et Inspecteur général des Ponts et Chaussées, adjoint au Directeur des Phares et Balises, pour élucider les phénomènes mêmes de la T. S. F., puis réaliser un matériel d'émission automatique ainsi que les appareils de relèvement convenables. A partir de 1900, le général Ferrié avec le matériel et le personnel de la Télégraphie militaire, ont d'ailleurs apporté leur précieux concours.

***

Dès 1899, un inventeur anglais, M. Brown, avait proposé l'emploi de deux antennes verticales distantes d'une demi-longueur d'onde : ces antennes provoquent des impulsions concordantes dans une antenne réceptrice placée dans leur alignement, tandis que dans une antenne située dans une direction médiane, les impulsions induites, étant à chaque instant égales et opposées, se détruisent par interférence.

En 1902, M. A. Blondel décrivit des dispositifs beaucoup plus commodes, permettant de rapprocher les deux antennes d'émission à condition d'introduire une self convenable dans les conducteurs qui réunissent leurs pieds à l'appareil générateur des ondes électriques. M. Blondel démontrait, en outre, la possibilité de remplacer les deux antennes séparées, par un cadre aérien, complètement fermé ou coupé par un condensateur. Ainsi se trouvaient déterminées, d'une manière précise, les conditions de la direction des ondes et, réciproquement de la détermination de l'orientation d'un poste émetteur quelconque.

La solution pratique de la direction des ondes hertziennes dépendait donc de la possibilité de faire tourner le système aérien autour de son axe vertical ; mais, en raison des grandes dimensions de ce cadre, on se heurtait à des difficultés matérielles sérieuses.

***

Il était possible cependant d'établir à poste fixe, un certain nombre d'antennes verticales régulièrement espacées sur une circonférence et dont les pieds, réunis deux à deux, formaient autant d'aériens. Cette installation coûteuse a été installée en Allemagne, notamment au Phare d'Arkona, au sud-ouest de Rügen.

Un distributeur rotatif permettait d'exciter successivement les différents aériens et de lancer dans chaque orientation, un signal caractérisant cette orientation. Huit mâts permettaient de supporter seize antennes et, en excitant successivement deux antennes diamétralement opposées, puis l'une de ces antennes et une autre située à 22° 5 de celle que l'on abandonnait, et ainsi de suite, en avançant successivement de 22° 5, d'un côté et de l'autre de la circonférence, on déterminait 32 directions avec 16 antennes. L'appareil Erich F. Huth, la boussole Telefunken facilitait l'usage de ces signaux et les réceptions simultanées de deux radiophares à ondes dirigées permettaient de déterminer, d'une manière approximative, le point où se trouvait le navire.

Nous ne croyons pas que ce dispositif compliqué, en dépit de perfectionnements successifs, ait jamais été considéré par les marins allemands comme une méthode de signalisation donnant toute sécurité.

***

D'ailleurs, avant cette réalisation, le Service des Phares avait équipé les phares de Creac'h d'Ouessant et de l'Ile de Sein, le bateau-feu *Le Havre* à l'aide de radiophares à étincelles musicales, étudiés par M. A. Blondel, construits par la Société française radioélectrique ; nous avons eu l'honneur d'être chargé de leur montage et des essais de portée et d'orientation de ces signaux sur lesquels nous donnerons quelques explications plus loin.

Avant la mise en service de ces radiophares, les premiers installés dans le monde, on avait eu l'espoir de voir le problème de la direction des ondes et, inversement de l'orientation à la réception, résolu à l'aide d'un artifice séduisant, rappelant un peu celui qu'ont employé Ferraris et Desprez pour la production des champs tournants. MM. Bellini et Tosi utilisaient seulement deux cadres à angle droit qu'ils excitaient de sorte que le rayonnement hertzien résultant dans une direction choisie, fût précisément égal à celui d'un cadre mobile unique orienté dans cette direction.

A partir du sommet d'un mât, ils disposèrent à angle droit, deux cadres triangulaires en tendant des antennes obliques ; les bases des deux triangles ainsi construits comprenaient deux bobines identiques placées en croix et constituant les circuits secondaires d'un transformateur, dont le primaire était une bobine centrale unique qui tournait, à l'intérieur du système formé par les deux premières, autour de l'axe vertical du dispositif. Lorsqu'une

Digitized by Google

bobine est parallèle à l'un des cadres, elle n'excite que ce cadre ; lorsqu'elle occupe une position intermédiaire les deux cadres sont excités et les inventeurs s'étaient arrangés afin que le rayonnement résultant soit invariable mais dirigé dans le plan

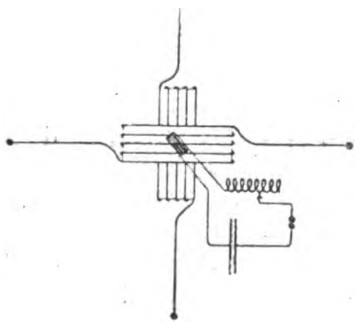


Fig. 508. — Schéma en plan du dispositif Bellini-Tosi.

des spires de la bobine mobile. Les figures 508 et 509 donnent une idée du transformateur qui donna lieu, d'ailleurs, à des essais très satisfaisants, particulièrement au point de vue des portées obtenues.

Un appareil analogue permettait de déterminer au loin, la direction d'ondes reçues à l'aide du même dispositif aérien. On avait donc un radiogoniomètre capable de résoudre théoriquement tous les problèmes de direction et d'orientation : donner aux navires dans une zone dangereuse, les mêmes indications qu'un phare à secteurs ; relever la position de postes quelconques, suivre un navire pendant toute la durée de sa marche, déterminer la position d'un navire en détresse, etc.

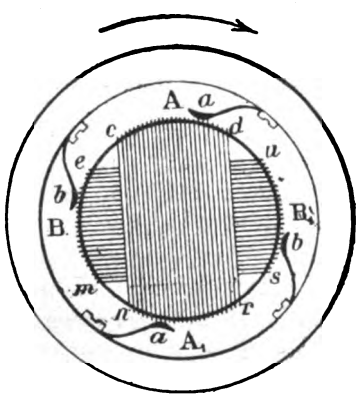


Fig. 509. — Dispositif Bellini-Tosi. Excitations des bobines.

Cependant l'installation des antennes dans les mâtures était difficile ; les effets d'induction et les courants parasites dans les haubans voisins de l'antenne, détruisaient toute l'harmonie du dispositif, de sorte que l'on ne pouvait tabler avec certitude sur les résultats des réceptions, ce qui était la condamnation du système en matière nautique.

***

Il reste cependant de cette invention, un très intéressant procédé, réalisé par M. Bellini pour lever l'incertitude de 180° qui subsiste lorsque l'on utilise un cadre d'orientation.

Un cadre forme en effet un champ bilatéral représenté (fig. 510) par deux cercles tangents. Si

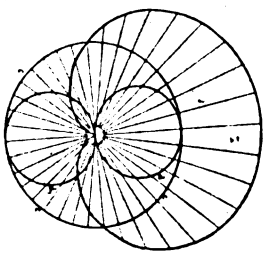


Fig. 510.

l'on emploie en outre une autre antenne verticale à excitation séparée, cette dernière a un champ uniforme représenté par un cercle dont le centre est au point de contact des deux précédents ; le champ résultant est ainsi une cardioïde (fig. 511).

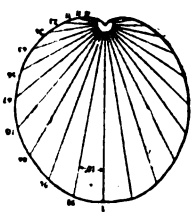


Fig. 511.

Ce dispositif est d'ailleurs plus intéressant pour les communications des navires entre eux que pour les radiophares.

***

Les premiers radiophares, construits et installés de 1911 à 1913 à Ouessant, Sein et aux abords du Havre (fig. 512) dérivent du système d'émissions à étincelles musicales que M. A. Blondel avait étudié en 1900.

Le matériel d'émission, qui a fonctionné régulièrement malgré les difficultés de la guerre, se compose essentiellement d'un alternateur J. Bethenod, permettant d'établir, une fois pour toutes, la résonance du circuit contenant l'enroulement primaire du transformateur sur le circuit contenant l'enroulement secondaire. Cet alternateur fournit le courant à la fréquence de 1.000 périodes par seconde sous la tension de 125 volts.

Digitized by Google

Un transformateur qui élève la tension à 10.000 volts, est logé avec le circuit oscillant à haute tension, dans une armoire vitrée qui met le gardien de phare à l'abri de tout accident, toute ouverture de l'armoire rompant le courant.

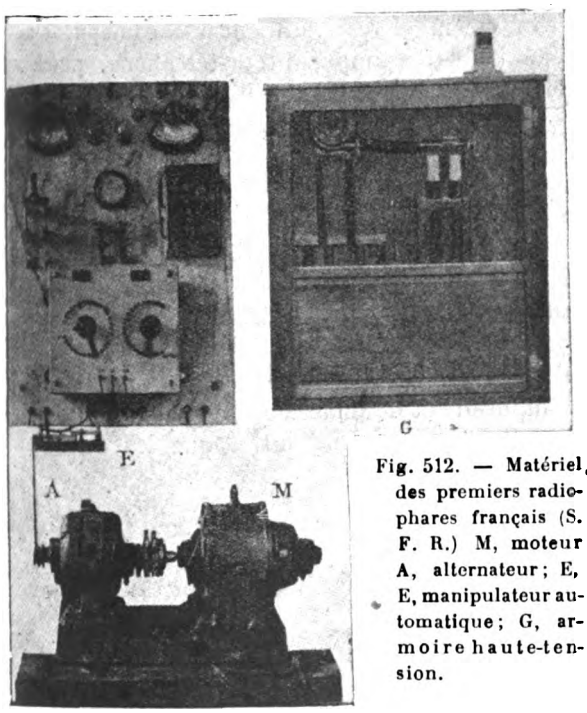


Fig. 512. — Matériel des premiers radiophares français (S. F. R.) M, moteur A, alternateur; E, E, manipulateur automatique; G, armoire haute-tension.

Le secondaire du transformateur charge les condensateurs (tubes Moscicki) dont les pôles sont reliés respectivement aux pôles d'un éclateur (tube en laiton, plateau de cuivre) et les étincelles jaillissent entre le bout du tube et le plateau ventilés à l'aide d'une soufflerie.

Ces radiophares peuvent fonctionner pendant trente heures sans aucun secours.

L'émission des lettres caractéristiques du poste est obtenue au moyen d'un manipulateur automatique Blondel (fig. 513).

Deux contacts établis sur le circuit d'excitation à l'aide de deux roues à cames, mues par le moteur, et agissant sur des lames-ressorts munies de galets, constituent cet appareil. Le premier contact, commandé par la première came, assure le renouvellement des émissions (pendant 10" toutes les 30"), le second assure l'émission régulière de la lettre indicatrice pendant ce temps.

L'alternateur Bethenod permettant la manipulation sur le courant d'excitation de l'alternateur, c'est-à-dire sur une intensité très faible, la surface des contacts reste restreinte et le fonctionnement de l'émetteur automatique a toujours été parfait, malgré le service prolongé qu'il assura depuis sa mise en service.

***

On avait dû renoncer à la longueur d'onde de 80 mètres qui avait été d'abord envisagée pour éviter des interférences avec les communications commerciales de la T. S. F. — parce que la sensibilité des appareils récepteurs (électrolytique Ferrié, galène) exigeait plus d'énergie que l'on pouvait

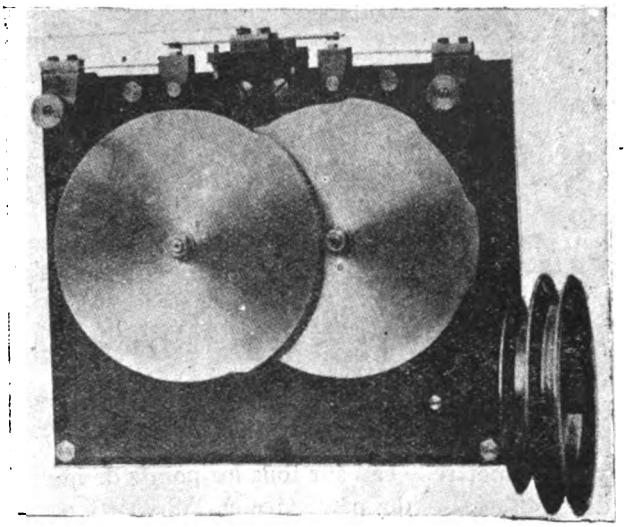


Fig. 513 — Manipulateur automatique A. Blondel.

en mettre dans l'antenne avec une longueur d'onde aussi courte, même en usant d'antennes à bras multiples dont la capacité était plus grande que celle d'une antenne unifilaire de même longueur d'onde.

Avec une antenne unifilaire de 150 mètres de longueur d'onde, on dépassait d'ailleurs la portée de 30 milles assignée aux radiophares comme limite; cela de jour, et il est bien évident que les portées auraient été notablement augmentées de nuit si l'on n'avait réduit alors l'accouplement entre le circuit oscillant et le circuit d'antenne, en déplaçant le point de départ de l'antenne sur le circuit oscillant. Finalement la longueur d'onde fut fixée à 120 mètres et la distance explosive entre tube et plateau à 4 mm. 5.

Ces conditions étaient favorables à la pureté du son musical, sol^4 du poste de Sein et ut^4 du poste d'Ouessant, de sorte que l'on pouvait distinguer les signaux, même sans lire les lettres indicatrices.

***

Les essais d'orientation furent poursuivis avec différents montages de cadres aériens dans le plan longitudinal du bateau; la figure 514 représente le schéma le plus ordinaire. Avec un cadre unique la réception produisait un son maximum lorsque le

Digitized by Google

plan de symétrie du navire était dans la direction du poste d'émission.

M. Blondel avait d'ailleurs préconisé l'emploi de deux demi-cadres, toujours situés dans le même plan, mais capables de produire des effets soustractifs ou additifs qui facilitaient leur utilisation, laquelle exigeait cependant des évolutions assez peu commodes du navire, qui devait successivement mettre le cap sur tous les points de la rose des vents afin de permettre à l'observateur de sentir les effets de minima ou de maxima.

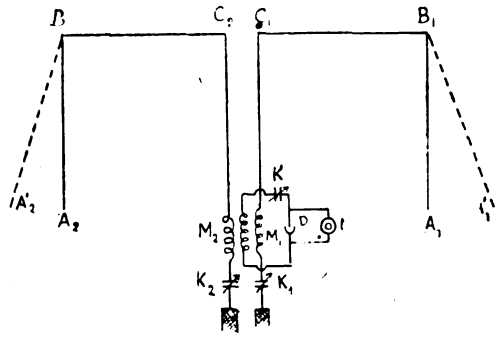


Fig. 514. — Premiers aériens Blondel sur bateau-baliseur.

M. Blondel avait bien indiqué une méthode basée sur les valeurs relatives des courants induits dans les demi-aériens et dans l'aérien total, en fonction de l'orientation ; il avait dressé des abaques facilitant les calculs mais il aurait fallu des expérimentateurs exercés.

Les houles puissantes qui inclinaient, d'un bord et de l'autre, les aériens, causaient des perturbations pendant les essais ; il y en aurait, peut-être, eu moins en temps de brume où la mer est calme.

Ce qui empêcha cependant l'utilisation pratique des aériens par les marins, ce fut la sensibilité insuffisante des récepteurs de 1913-14 et l'emploi d'ondes courtes, qui limitait la quantité d'énergie émise mais donnait par contre notamment dans les haubans, des effets d'induction, susceptibles de déformer de beaucoup les phénomènes attendus.

En 1914, sur un grand aérien (12 m. × 12 m.) installé au fort de Palaiseau, les portées constatées par le commandant Brenot furent encore plus faibles qu'en mer : 2 à 3 kilomètres seulement.

***

L'amplificateur à lampes de l'Américain Lee de Forest a donné aux radiogoniomètres le détecteur sensible qui leur manquait, et désormais il fut possible de se servir, dans un grand rayon d'action, d'un petit cadre (un à trois mètres de côté) que l'on pouvait déplacer autour d'un axe vertical pour rechercher et trouver en quelques instants, les positions pour lesquelles le son est annulé.

La figure 515 est le schéma de ce cadre sur lequel on enroule un certain nombre de spires qui forment, avec un condensateur, un circuit que l'on peut mettre en résonance avec les ondes que l'on reçoit, de manière à influencer, au mieux, le système détecteur-amplificateur-téléphone, placé en dérivation.

***

On peut calculer très facilement la force-électromotrice alternative induite lorsque ce dispositif est placé dans le champ électromagnétique du poste d'émission. Nous supposerons seulement que les dimensions du cadre sont petites par rapport à la longueur d'onde — ce qui revient à admettre que le champ magnétique a mêmes valeurs d'amplitude et de phase en tous points du cadre — nous supposerons, en outre, que les ondes sont entretenues ; les conclusions du calcul étant évidemment applicables aux ondes amorties.

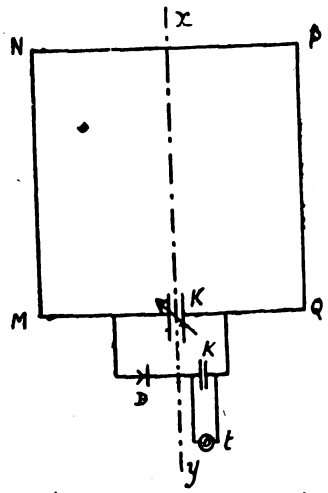


Fig. 515. — Schéma d'un radiogonomètre à cadre mobile.

Dans ces conditions, le flux qui traverse le cadre peut s'exprimer par la formule :

$$\varphi = nSm_0 \sin(\omega t - \varphi)\cos\alpha,$$

dans laquelle

n est le nombre de spires ;

S la surface embrassée par l'une d'elles ;

$m_0 \sin(\omega t - \varphi)$ le champ magnétique uniforme à l'instant t ;

α, l'angle du cadre avec la direction du poste d'émission.

La force électromotrice induite E est, en valeur absolue, $\frac{d\varphi}{dt}$, soit :

$$E = \omega n\, Sm_0 \cos(\omega t - \varphi)\cos\alpha$$
$$= \frac{2\pi v}{\lambda} n\, Sm_0 \cos(\omega t - \varphi)\cos\alpha.$$

Digitized by Google

Sa valeur maximum est donc :

$$E_m = \frac{2\pi v}{\lambda} n S m_o \cos \alpha$$

(λ désigne la longueur d'onde ; v la vitesse de la lumière).

L'impédance Z du circuit formé par le cadre et le condensateur de capacité C est :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}.$$

L'intensité du courant dans le cadre est donc :

$$I_m = \frac{E_m}{Z}.$$

D'où l'on déduit la différence de potentiel entre les armatures du condensateur :

$$U_m = \frac{I_m}{C\omega} = \frac{2\pi v}{\lambda} n S m_o \cos \alpha \frac{1}{C\omega \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}.$$

Cette tension sera donc maximum pour un réglage du condensateur correspondant à une capacité C donnée par la relation :

$$LC\omega^2 = 1 + \frac{RC}{L}.$$

***

La résonance étant ainsi obtenue, l'intensité du son perçu au téléphone sera maximum pour cos $\alpha = 1$, c'est-à-dire lorsque le plan du cadre passera par le poste émetteur.

On peut tracer (fig. 516) la caractéristique du poste

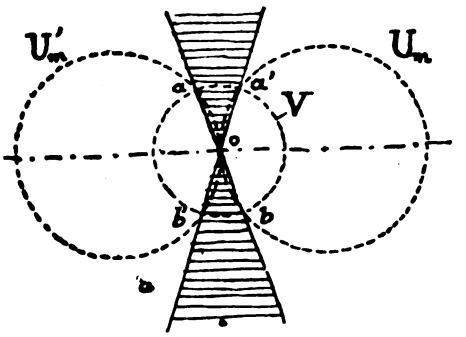


Fig. 516. — Caractéristique du poste récepteur.

récepteur en portant, suivant les différentes orientations, un vecteur proportionnel à U_m.

Dans la direction de l'émetteur :

$$U_m = \frac{nS}{RC} m_o = OA.$$

Suivant une direction quelconque, faisant avec la première, un angle α, U'_m a pour valeur :

$$U'_m = U_m \cos \alpha.$$

Le lieu du point A se compose donc de deux cercles tangents en O.

Le son est donc maximum quand le plan du cadre est dirigé vers le poste émetteur ; il s'annule pour la direction perpendiculaire, cela quel que soit le sens de l'émission.

***

Pour connaître la direction du poste émetteur, il devient facile d'installer, sur un navire ou sur un aéronef, un petit cadre mobile que l'on fait tourner autour de son axe vertical.

Lorsque le son est maximum, le poste émetteur est dans le plan du cadre.

Mais la caractéristique montre qu'il est difficile d'évaluer avec précision la position pour laquelle ce maximum est acquis, cela à cause des faibles variations de Um pour de petits déplacements angulaires dans le voisinage de ce maximum.

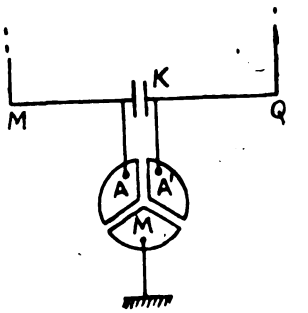


Fig. 517. — Compensateur Mesny.

Il est beaucoup plus pratique de noter les positions d'annulation du son. Nous disons *les* positions d'annulation, car le détecteur, le téléphone et l'oreille ne forment pas un système absolument sensible.

Soit V la tension minima permettant la perception du son. Traçons un cercle de centre O et de rayon V. Lorsqu'on fera tourner le cadre, on trouvera deux zones de silence, diamétralement opposées (fig. 516).

On fera donc tourner le cadre avec un cercle gradué se déplaçant avec lui devant un index fixe et l'on notera les positions limites du secteur d'extinction. La bissectrice de l'angle de ces deux directions est l'orientation cherchée.

***

Ce dispositif entraîne évidemment quelques erreurs. M. Mesny a imaginé un dispositif très simple, formé d'un condensateur à air à trois armatures (fig. 517), deux fixes A et A' réunies aux extrémités du fil du cadre et la troisième M, mobile, reliée à la coque du navire.

Ce compensateur se règle à terre, pendant l'observation d'un poste puissant.

En faisant tourner le cadre, on obtient un mini-

Digitized by Google

mum d'audition, puis on fait tourner le secteur M de façon à diminuer le son résiduel. Par tâtonnements sur le cadre et le compensateur, on trouve un réglage de ce dernier pour lequel l'extinction est très bonne et le secteur d'extinction, très réduit.

***

On peut ainsi déterminer à terre les azimuts à un degré près.

A bord, il faut écarter les conducteurs voisins,

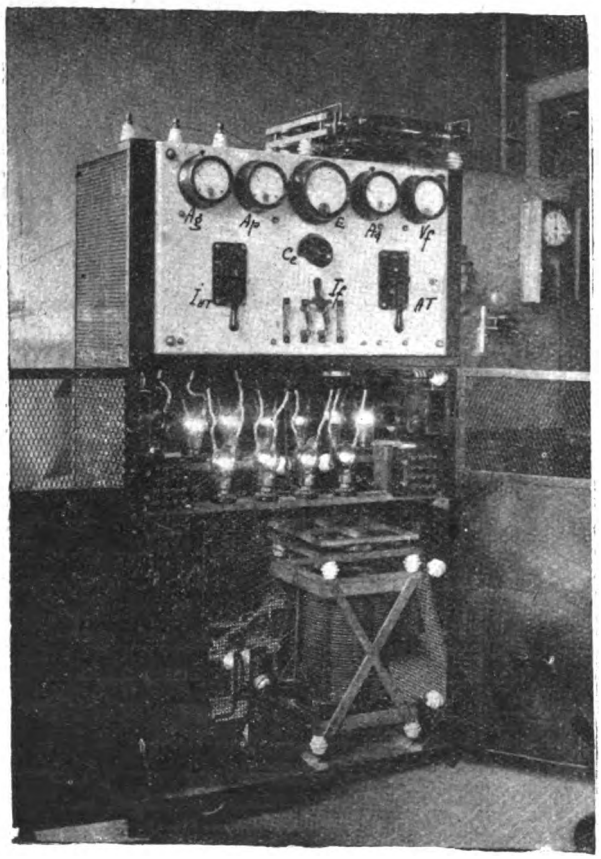


Fig. 518. — Nouveau radiophares de grand atterrage de Creach d'Ouessant. — Vue de la cabine haute tension avec ses lampes triodes.

les grosses masses métalliques, prendre des précautions contre l'humidité (fig. 518 et 519).

Avec M. Armagnat, nous avons trouvé sur un avion Caudron, que nous faisions tourner à poste fixe, dans les diverses orientations, que les erreurs suivaient une loi quadrantale et qu'il était possible de les corriger, comme on le fait pour les compas magnétiques. Les mêmes conclusions ont été formulées par M. Mesny qui collabora aux essais du Service des Phares aux abords de La Rochelle et de Toulon.

***

En présence de ces résultats, le Service des Phares se trouvait encouragé à poursuivre la mise au point des radiophares, d'une portée de 200 milles environ, destinés à faciliter les opérations d'atterrage des navires, par exemple pour l'entrée de la Manche.

Le phare de Gris-Nez devint un laboratoire d'études où l'on s'aperçut bien vite que les postes excités par choc devaient être rejetés à cause des brouillages intenses qu'ils provoquaient dans les postes commerciaux de T. S. F. voisins.

Un poste à ondes entretenues modulées de 1.000 mètres de longueur d'onde — on a renoncé aux ondes courtes — gênait encore le poste très proche de Saint-Inglevert, poste assez mal défendu, d'ailleurs.

Le Service des Phares construisit donc et installa un nouvel appareil comportant un circuit oscillant pour l'élimination des harmoniques gênantes. L'onde et le son musical sont purs mais les réglages

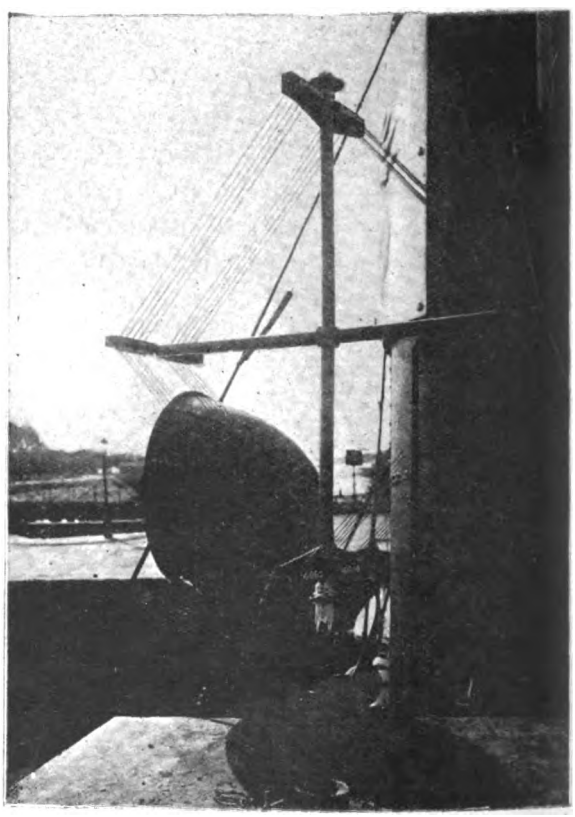


Fig. 519. — Radiogoniomètre sur chalutier.

du chauffage des lampes et de la vitesse des groupes électrogènes ont été difficiles. Le poste ne peut être abandonné aux gardiens de phare. En outre, la note ut^5 ne peut être modifiée car elle dépend de la construction des alternateurs; enfin, l'emploi direct du courant alternatif ne permet pas d'utiliser au maximum, les lampes triodes.

En dépit des excellents relèvements que ce radio-

Digitized by Google

phare a donnés, notamment à un baliseur du service des Phares anglais (Trinity-House) ce modèle ne peut servir de type.

***

On a renoncé aussi à un modèle industriel expérimenté sur le bateau-feu *Le Havre* et dont les modulations — car on employait des machines à courant continu — sont produites par une lampe oscillatrice spéciale qui n'est pas encore au point;

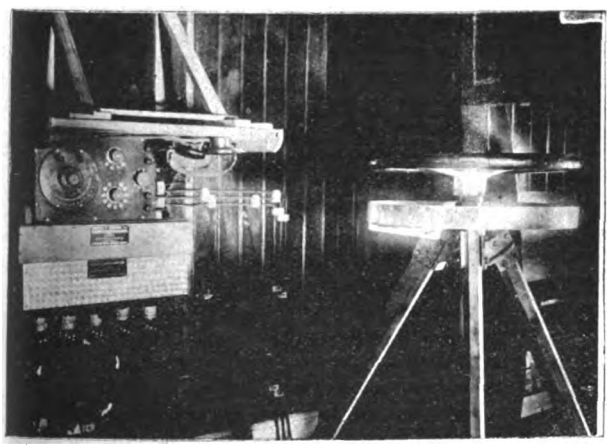


Fig. 520. — Radiogoniomètre de bord; volant de manœuvre.

aussi le second bateau-feu *Le Havre* sera-t-il équipé avec un poste à courant alternatif dont la vitesse des alternateurs sera variable de manière à faire varier la modulation entre 800 et 1.200 périodes par seconde.

***

Ces divers appareils sont des radiophares *de brume* dont les émissions, continuelles pendant la brume, ne doivent pas dépasser un rayon de 30 à 50 milles. La puissance de l'antenne est de 100 watts.

Pour atteindre 200 milles, il faut 400 watts environ dans l'antenne et pour troubler l'éther le moins possible et par économie, les signaux des radiophares de premier ordre, ne seront émis qu'au début de chaque heure, mais cela quel que soit l'état de l'atmosphère.

Et comme il convient de se servir aussi de ces radiophares comme signaux de brume, on les réglera pour qu'ils puissent émettre, en temps de brume seulement, au début des trois autres quarts d'heure, des signaux moins puissants n'exigeant que de 100 à 120 watts dans l'antenne.

Mais tous ces réglages différents doivent être obtenus automatiquement sans aucune intervention des gardiens.

Un radiophare de cette nature est donc extrêmement complexe. Il vient d'être construit par le Service des Phares sous la direction de M. Blondel, pour une somme relativement modérée, 50.000 fr. environ, alors qu'un poste de cette composition aurait coûté, en Amérique, au moins 300.000 fr.

Ce poste vient d'être installé (fig. 520) et nous verrons comment se comportent, en service prolongé, les dynamos à courant continu de 1.250 et de 2.500 volts et les dispositifs des commandes automatiques.

***

Nous attendons, pour les radiophares de brume, un autre perfectionnement qui affranchirait les postes des lampes triodes dont les claquages sont trop fréquents : il s'agit de produire directement des ondes entretenues à l'aide d'alternateurs et de transformateurs à haute fréquence.

Mais d'ores et déjà, les travaux scientifiques, les recherches techniques, les réalisations pratiques du Service des Phares français et tout particulièrement de M. André Blondel, mettent notre pays à la tête des nouveaux procédés de signalisation et tout porte à croire qu'il se maintiendra, en cette matière, au rang élevé où le génie d'Augustin Fresnel l'avait placé en matière de signalisation lumineuse.

Edmond MARCOTTE,
Ingénieur-Conseil.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

L'âge des étoiles. — En ce qui concerne l'âge et l'évolution des étoiles, les documents que nous possédons sont encore incomplets et manquent de précision. Ils s'accordent cependant, semble-t-il, pour montrer que cet âge est extrêmement grand et cette évolution extrêmement lente.

C'est ce qu'indique M. Shapley (*Scientia*, août 1925). Selon quelques-uns des arguments de cet auteur, la conception, universellement admise, d'une cosmogonie qui place l'origine des planètes à la surface du Soleil comme un incident passager de l'histoire de cet astre conduit à penser que les âges stellaires sont extrêmement grands, même comparés à l'ancienneté de la Terre. Si l'âge de la Terre est supérieur à 10^9 années, il paraît plus que raisonnable que l'âge des étoiles ne puisse être inférieur à 10^{12} années.

Les études paléontologiques sont assez concluantes pour

Digitized by Google

montrer que les températures des époques géologiques antérieures furent en moyenne très semblables à celles de maintenant. De nombreuses formes organiques anciennes et modernes sont suffisamment comparables pour justifier l'hypothèse d'une constitution protoplasmique tout à fait analogue à celle de nos jours et, par suite, d'une radiation solaire sans modifications essentielles durant un milliard d'années.

On peut en conclure que le Soleil n'a vécu qu'une petite partie de son existence durant les 10^9 années passées.

La disposition actuelle du système galactique et surtout les mouvements et les formes des amas d'étoiles dans ce système militent également en faveur d'une grande échelle de temps.

L'arrangement primitif des étoiles dans les amas globulaires a demandé, comme l'a montré Moulton, un énorme intervalle de temps. Charlier et Jeans ont montré qu'il faudrait plus de 10^{14} années pour que notre système stellaire tende nettement vers un état stable mais il semble déjà s'éloigner de cet état. Ainsi, nos conceptions actuelles sur la nature et les dimensions du système galactique et les indications de l'histoire géologique conduisent les unes et les autres à un âge d'au moins un million de millions d'années pour les étoiles que nous observons maintenant.

Tandis qu'une étoile rayonne, elle perd de sa masse. Dittrich Vogt et d'autres auteurs ont étudié l'effet de cette perte de masse sur l'échelle du temps dans l'évolution stellaire et sur la tendance qu'ont les étoiles doubles à s'uniformiser avec le temps. On peut démontrer que le Soleil et les étoiles de même éclat absolu rayonnent des milliers de tonnes par seconde. Il en résulte que les orbites des étoiles doubles ou des planètes se modifient graduellement.

Évidemment, par suite de la longue échelle du temps, l'évolution stellaire nécessite une diminution des diamètres, consécutive à la dissipation de la matière et aussi à l'augmentation de la densité interne.

En vue de rassembler des documents susceptibles de nous éclairer sur l'âge des étoiles, l'observatoire de Harvard a entrepris l'étude de systèmes formés de l'association de systèmes plus petits dont les plus représentatifs sont les Nuées de Magellan.

« Il devient évident, conclut M. Shapley, que la position, la structure et la composition des Nuées de Magellan, s'opposent définitivement à l'adoption d'une échelle de temps restreinte. Tous les documents relatifs aux groupes et aux classes particulières d'étoiles indiquent qu'elles ont parcouru leur histoire avec une extrême lenteur. La continuation des études sur les phénomènes qui se présentent dans les Nuées de Magellan nous facilitera de nouveau, il faut l'espérer, la solution de la question de l'âge des corps célestes. Car dans les régions reculées des étoiles les plus massives, les plus vastes et les plus lumineuses, on trouvera certainement quelque fil conducteur qui nous aidera à percer l'énigme de la rapidité de la croissance et de leur évolution vers le déclin, des étoiles et des systèmes stellaires. »

A. Bc.

NOUVELLES

Académie des sciences. — M. C. Barrois a été élu vice-président pour l'année 1926 (président de droit pour 1927).

M. Kamerlingh Onnes, professeur à l'Université de Leyde, qui était correspondant de l'Académie depuis 1920, est élu associé étranger en remplacement de Sir Archibald Geilaie. M. Kamerlingh Onnes a reçu le prix Nobel en 1913.

M. Millikan (de New-York) est nommé correspondant de l'Académie (section de physique générale) en remplacement de sir James Dewar, décédé. M. Millikan a reçu le prix Nobel, en 1923.

— Prix décernés par l'Académie (2e liste) :

Prix Francœur (1.000 fr.), à M. Georges Valiron.

Prix Montyon (700 fr.), à M. René Risser.

Prix Poncelet (2.000 fr.), à M. Denis Eydoux.

Prix Lalande (540 fr.), à M. Georges Fournier.

Prix Valz (460 fr.), à M. Michkovitch.

Prix Guzman : un prix de 2.500 francs à M. Eugène Antoniadi ; un prix de 2.500 francs à M. Fernand Baldet ; un prix de 2.500 francs à M. Benjamin Jekhowsky.

Prix G. de Pontécoulant (700 fr.), à M. Paul Caubet.

Prix de la marine : un prix de 4.000 francs à M. Pierre Marti ; un prix de 2.000 francs à MM. André Nègre et André Vinsot.

Prix Kastner-Boursault (2.000 fr.), à M. Eugène Darmois.

Prix Hébert (1.000 fr.), à M. Edouard Roth.

Prix Henri de Parville (1.500 fr.), à M. Gustave Ribaud.

Prix Hughes (2.500 fr.), à M. Jean Cabannes.

Prix Thore : un prix de 500 francs à M. M. Denis.

Prix Montyon : un prix de 1.000 francs à M. Maurice Fréchet ; une mention honorable de 500 francs à M. Maurice Halbwachs.

Prix Petit-d'Ormoy (sciences mathématiques, 10.000 fr.), à M. Jules Drach.

Prix Saintour (3.000 fr.), à M. Arnaud Denjoy.

Prix Jeanbernat-Doria (2.000 fr.), à M. Georges Bouligand.

Fondation Clément-Félix (2.500 fr.), à M. Georges-Louis Déjardin.

Médaille Berthelot : La médaille est décernée à : MM. Léonce Bert, lauréat du prix Cahours ; Maurice Javillier, lauréat du prix Montyon des arts insalubres ; Charles Dufraisse, lauréat du prix Jecker ; François Bourion, lauréat du prix Houzeau ; Emile André, lauréat du prix Berthelot.

Académie de Médecine. — L'Académie de médecine a tenu sa séance annuelle le 8 décembre. Les prix suivants ont été décernés :

Prix du prince Albert 1er de Monaco (100.000 fr.), MM. E. Hédon et E. Laguesse.

Prix Apostoli (800 fr.), M. P. Séguin.

Prix Argut (800 fr.), M. Bernon (de Châteaubriant).

Prix Berraute (3.092 fr.), MM. L. Mallet, G. Danne et Proust.

Prix L. Boggio (4.800 fr.), M. R. Debré.

Prix Mathieu-Bourceret (1.200 fr.), M. A.-C. Guillaume.

Prix Henri-Binguet (1.600 fr.), M. R. Fabre.

Prix Adrien-Buisson (1.200 fr.), M. Levaditi.

Prix Clarens (500 fr.), M. P. Joannon.

Prix Daudet (2.000 fr.), Mlle G. Lévy.

Prix Desportes (1.500 fr.), M. André Tardieu, MM. Perrin et P. Mathieu.

Prix Ernest-Godard, M. P. Ingelrans (de Lille).

Prix J. Guéretin, MM. Périsson et L. Pollet.

Prix Pierre-Guzman (2.000 fr.), MM. Lian et A. Finot.

Prix Théodore-Herpin, M. R. Marquézy.

Prix Henri-Huchard, 6.000 fr. à M. Maygrier ; 2.000 fr. à Mme Gambini.

Digitized by Google

Prix Claude-Martin, M. Marcel Darcissac.

Prix Meynot (2.600 fr.), M. H. Lagrange.

Prix Adolphe-Monbinne, 1.000 fr. à M. J. Vassal ; 500 fr. à MM. A. Bigot et H. Velu.

Prix Pannetier (4.000 fr.), M. P. Hauduroy.

Prix Perron, 2.000 fr. à M. Rivalier ; 1.500 fr. à MM. R. Moussu et L. Marchand ; 500 fr. à M. G. Rosenthal.

Prix Pourrat (1.200 fr.), M. Grellety-Bosviel.

Prix J.-Reynal (1.200 fr.), M. Césari.

Prix Ph.-Ricord (800 fr.), M. P. Favre.

Prix Vernois (800 fr.), M. G. Labeaume.

Service des épidémies : médaille d'or à M. Bauzon.

Service des eaux minérales ; médailles d'or à MM. Molinéry (de Luchon), Piatot (de Bourbon-Lancy), R. Glénard (de Vichy).

Service de la vaccine : médailles d'or à MM. d'Anfreville de Jurquet de La Salle (Casablanca) ; G. Ferre (Bordeaux) ; Gourichon (Paris).

Service de l'hygiène de l'enfance : médaille d'or à M. Ledé.

Académie d'agriculture. — Par décret du Président de la République, M. Henri Hitier est élu sécrétaire perpétuel de l'Académie d'agriculture.

Institut international de coopération intellectuelle. — L'installation de l'Institut international de coopération intellectuelle, dans les locaux qui lui ont été affectés au Palais-Royal, est presque terminée. L'Institut comprend sept sections :

1° *La Section des Affaires générales*, dirigée par M. Zimmern (anglais). Chef adjoint : M. Longuil (américain) ;

2° *La Section des Relations universitaires*, dirigée par M. de Halecki (polonais) ; chefs-adjoints : MM. Eisler (autrichien) et Busioceanu (roumain) ;

3° *La Section des Relations scientifiques*, dirigée par M. von Schulze-Gaevernitz (allemand) ; chef-adjoint : M. de Vos van Steenwyk (hollandais) ;

4° *La Section juridique*, dirigée par M. de Vilallonga (espagnol) ; chef-adjoint : M. R. Weis (français) ;

5° *La Section des Relations littéraires*, dirigée par Mlle Mistral (Chilienne) ; chef-adjoint : M. Briod (Suisse) ;

6° *La Section des Relations artistiques*, dirigée par M. Dupierreux (belge) ; chef-adjoint : Mme Kusama (japonaise) ;

7° *La Section d'Information*, dirigée par M. Prezzolini (italien) ; chef-adjoint : M. Siblik (tchéco-slovaque).

Société de Géographie. — La Société de Géographie a transféré sa Bibliothèque et ses services dans l'Hôtel de son regretté Président, le Prince Roland Bonaparte, 10, avenue d'Iéna, Paris (16e), où devra être adressée, désormais, toute la correspondance.

Services des Poudres. — Un concours pour douze places d'agent technique militaire de 3e classe des Poudres sera ouvert le 8 mars 1926.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 8 février 1926.

Les demandes d'admission au concours, accompagnées des pièces exigées, doivent être adressées à M. l'Inspecteur général des poudres, 12, quai Henri IV, Paris.

Pour tous renseignements s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, même adresse.

Commission de défense nationale. — Sont nommés membres de la Commission de défense nationale pour les Industries chimiques :

M. Fournier, directeur du budget et du contrôle financier au Ministère des Finances (en remplacement de M. Formery).

M. Briotet, inspecteur général des poudres, directeur du service des poudres au Ministère de la Guerre (en remplacement de M. Patard, inspecteur général des poudres).

M. le contre-amiral Mottez, inspecteur général des fabrications de guerre à la mobilisation de la marine, (en remplacement de M. le contre-amiral Pugliesi Conti).

Comité consultatif des Arts et Manufactures. — M. E. Rousseau, conseiller d'Etat honoraire, est nommé membre du Comité consultatif en remplacement de M. Tisserand, décédé.

Office national industriel de l'Azote. — M. Guillaume, ingénieur en chef des Mines, directeur des Mines au Ministère des Travaux publics, est désigné (décret du 8 décembre) pour exercer les fonctions de Président du conseil d'administration, de l'Office national industriel de l'Azote (*J. O.*).

Génie rural. — Une exposition internationale de machines agricoles se tiendra à Paris du 16 au 21 janvier 1926.

L. F.

Vie scientifique universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Sciences.* — M. Job, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, est nommé professeur de chimie générale, en remplacement de M. Le Chatelier, admis à faire valoir ses droits à la retraite (*J. O.*).

Faculté de Médecine. — La chaire de bactériologie et la chaire de pathologie expérimentale et comparée sont déclarées vacantes (arrêtés ministériels en date du 14 décembre 1925 (*J. O.*). Un délai de vingt jours est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

— Les Professeurs de Lapersonne, Hutinel, Pierre Marie, Ch. Richet, Letulle, Chauffard et Weis sont nommés professeurs honoraires.

Faculté de Pharmacie. — M. Goris, professeur de pharmacie galénique, est nommé membre de la Commission du Codex.

Faculté des Lettres. — M. Demangeon, professeur sans chaire, maître de Conférences de Géographie, est nommé professeur de géographie économique.

Collège de France. — L'Académie des Sciences a présenté pour la chaire d'Histophysiologie du Collège de France : en 1re ligne : M. Justin Jolly ; en 2e ligne : M. Albert Guyesse-Pélissier.

Muséum d'Histoire Naturelle. — Le bel Herbier ptéridologique constitué par le Prince Bonaparte et offert par S. A. R. Madame la Princesse de Grèce au Laboratoire de Botanique du Muséum est aujourd'hui installé, avec la Bibliothèque ptéridologique du Prince, dans une salle spéciale qui a reçu le nom de Galerie Roland Bonaparte.

Le professeur Lecomte recevra avec reconnaissance, pour compléter cette remarquable collection, tous les matériaux d'herbier et toutes les publications nouvelles concernant les cryptogames vasculaires.

Conservatoire des Arts et Métiers. — M. G. Cordier, président du conseil d'Administration des Chemins de fer de P.-L.-M., est nommé membre du Conseil d'administration du Conservatoire des Arts et Métiers en remplacement de M. St. Dervillé, décédé (*J. O.*).

École centrale des Arts et Manufactures. — Sont nommés membres du Conseil de l'École, à dater du 1er janvier 1926, MM. Dondelinger, Boyer, Mazen, Daniel Mieg, Georges Hersent, Ingénieurs des Arts et Manufactures ; Maurice Pereire, président de l'Association Amicale des anciens élèves de l'École Centrale ; Dutrieux, président de la Société des Amis de la Société des amis de l'École centrale.

— Un emploi de répétiteur de cinématique et de géométrie descriptive, un emploi de répétiteur de thermodynamique générale, et un emploi de chef des travaux adjoints de dessin de machines sont actuellement vacants. Les candidats devront adresser leurs demandes, accompagnées de leurs titres, au Directeur de l'École, avant le 12 janvier 1926.

Institut agronomique. — Le diplôme d'ingénieur agronome est accordé à huit élèves.

Digitized by Google

Sont admis dans les sections d'application : *Agriculture*, un ingénieur agronome ; *Mécanique agricole*, un ingénieur agronome et un ingénieur agricole ; *Mutualité et coopération agricoles*, deux ingénieurs agronomes et un élève libre.

École supérieure du Génie rural. — Le diplome d'ingénieur civil est accordé à quatre élèves.

Université de Lyon. — M. Cade, agrégé libre près la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, est nommé professeur de pathologie et thérapeutique générales (chaire vacante).

Université de Strasbourg. — M. Thiry, maître de conférences de mathématiques à la Faculté des Sciences, est nommé professeur de mathématiques générales à la dite Faculté (chaire vacante).

Université de Bordeaux. — La chaire d'oto-rhino-laryngologie, à la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, est déclarée vacante. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 30 décembre.

Université de Caen. — M. Chauvenet, professeur sans chaire, maître de conférences de chimie à la Faculté des Sciences, est nommé professeur de Chimie générale à la dite Faculté (chaire vacante).

Université de Grenoble. — M. Gignoux, professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Strasbourg, est nommé professeur de géologie et minéralogie à la Faculté des sciences de Grenoble en remplacement de M. Kilian, décédé.

Université de Toulouse. — M. Bézy, ancien professeur à la Faculté mixte de médecine et de pharmacie, est nommé professeur honoraire à la dite Faculté.

Université de Montpellier. — M. Curie, ancien professeur à la Faculté des sciences, est nommé professeur honoraire à la dite Faculté.

Université d'Aix-Marseille. — La chaire d'Astronomie, de la Faculté des Sciences, est déclarée vacante. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 1er janvier 1926.

Université d'Alger. — La chaire de Chimie générale, à la Faculté des Sciences, est déclarée vacante. Les candidats devront faire valoir leurs titres avant le 30 décembre.

L. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 novembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *L.-E. Dickson.* — **Algèbres nouvelles de division.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *E.-F. Collingwood* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur un théorème de M. Lindelöf.**

MÉCANIQUE. — *L. Lecornu.* — **Sur le problème de la réfraction.**

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *J. Sudria* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Détermination du déplacement projeté d'un point d'un corps à fibre moyenne.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *G. van Lerberg* (prés. par M. Le Chatelier). — **L'affinité spécifique en fonction des fugacités.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *C. Parvulesco* (prés. par M. Andoyer). — **Sur les conditions d'équilibre d'un nuage stellaire isolé dépourvu de rotation.**

Un nuage stellaire prend la forme sphérique (première condition nécessaire). L'amas sphérique présente soit une structure stratifiée, soit une tendance vers cette structure (deuxième condition nécessaire). Les transformations dans les amas produisent des variations dans la loi de la densité, par suite aussi des vitesses, qui cessent quand l'amas imprime à ses étoiles des mouvements radiaux ou elliptiques aplatis (troisième condition nécessaire).

L'état d'équilibre est caractérisé par $\mathfrak{T} = 0$, condition nécessaire et suffisante, s'il n'existe pour les amas qu'une seule phase d'équilibre ($\mathfrak{T}$ représente le travail total d'un amas).

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *P. Lejay* (prés. par M. G. Ferrié). — **Les perturbations orageuses du champ électrique et leur propagation à grande distance.**

Dans une note précédente (C. R. 181, 1925, p. 678), l'auteur a étudié la variation brusque du champ statique, à laquelle viennent s'ajouter, dans le parasite orageux, des variations rapides dont l'analyse ne peut être faite que par l'oscillographe cathodique. Le montage de l'appareil donne lieu à des considérations qui expliquent pourquoi certains auteurs ont attribué aux parasites des durées très longues allant jusqu'à un vingtième de seconde.

L'auteur montre, en outre, que la radiogoniométrie des parasites semble impossible à faible distance, sujette à erreurs aux distances moyennes, mais peut donner des résultats précis à quelques centaines de kilomètres.

PHYSIQUE. — *H. Kamerlingh Onnes, J. Becquerel* et *W.-J. de Hasse.* — **Sur le pouvoir rotatoire magnétique de quelques minéraux paramagnétiques, aux très basses températures.**

Les auteurs ont poursuivi les recherches entreprises en 1908 par M. J. Becquerel sur le pouvoir rotatoire magnétique de certains minéraux contenant du didyme (tysonite, parisite). L'emploi de l'hélium liquide leur a montré que l'augmentation de pouvoir rotatoire magnétique se poursuit, jusqu'à 4° 2 K., d'une façon très remarquable particulièrement avec la tysonite, mais un peu moindre avec la parisite et la bastnaésite. Le xénotime donne des effets très complexes.

MAGNÉTISME. — *Marcel Peschard* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur quelques rapports entre les ferro-nickels artificiels et un fer nickelé d'origine météorique.**

La météorite Chinautla, à 9,05 % de nickel, a montré au microscope une forte ségrégation en camacite (6,9 à 7 % de Ni) et en taenite de composition analogue à celle du ferro-nickel artificiel (qui contient 32,8 % de Ni).

La météorite amenée par traitements thermiques, à l'état artificiel peut reprendre son état initial par chauffage à 1.000° et refroidissement lent (21 jours). On retrouve alors l'aimantation initiale : 210,3. Les météorites sont donc en équilibre physico-chimique, alors que les ferro-nickels artificiels sont dans un état métastable.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme J.-S. Lattès* et *Georges Fournier* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

L'emploi de filtres en aluminium a montré que pour une forte proportion des rayons β secondaires produits dans un radiateur, la qualité de ces rayons est indépendante de la nature du radiateur. En faisant varier en même temps la nature des filtres analyseurs et celle du radiateur, on a obtenu les valeurs du coefficient massique d'absorption $\frac{\mu}{\rho}$ de ce rayonnement β secondaire de nature constante, produit et absorbé dans les substances suivantes : C, Al, Ag, Pt, Au, Pb.

Les coefficients d'absorption du rayonnement β secondaire dans les six corps simples étudiés satisfont d'une façon rigoureuse à la relation :

$$\frac{\mu}{\rho} = 5{,}73 + 0{,}0547\ N.$$

Digitized by Google

— *Jean Thibaud* (prés. par M. M. de Broglie). — **La structure du noyau des atomes radioactifs et l'émission des spectres de rayons γ.**

L'auteur établit sa théorie par des formules. Une figure montre la disposition des orbites quantiques à particules positives dans le noyau et le schéma des lignes γ.

CHIMIE PHYSIQUE. — *C. Matignon* et *M^lle G. Marchal.* — **Thermochimie du glucinium.**

Un tableau indique les chaleurs de formation du glucinium et de ses composés. Les auteurs peuvent ainsi conclure qu'une analogie très étroite existe entre les propriétés chimiques du glucinium et de l'aluminium quoique les deux métaux possèdent des valences différentes et n'appartiennent pas à une même famille naturelle dans la classification de Mendéléeff.

— *Louis-Jacques Simon.* — **Viscosité et analogie chimique à propos de la viscosité des acétates métalliques en solution aqueuse.**

Les analogies constatées par l'auteur pour la viscosité des acétates en solution aqueuse en accord avec les analogies chimiques plus généralement acceptées pour les métaux, demandent à être confirmées dans le cas d'autres acides. Des expériences ultérieures ont montré qu'elles se retrouvent dans le cas des nitrates. La viscosité en solution aqueuse paraît être un moyen précieux de révéler ou de confirmer les analogies chimiques comprenant comme cas particulier l'isomorphisme.

— *Paul Hœnni* (prés. par M. L. Guillet). — **Le bore dans l'aluminium et les alliages d'aluminium.**

Dans les alliages d'aluminium, le bore améliore toujours la charge de rupture et la dureté, tandis que les allongements diminuent, ce que pouvait faire prévoir la constitution de ces alliages.

L'addition de bore aux alliages aluminium-silicium, type alpax, semble produire un affinage, à la manière du sodium et des fluorures alcalins.

CHIMIE MINÉRALE. — *Raymond Charonnat* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur les combinaisons complexes des chlorures de ruthénium.**

Le ruthénium présente cinq chlorosels : $[Ru\,Cl^5(OH^2)]K^2$; $[Ru\,Cl^5(OH^2)](NH^4)^2$; $[Ru\,Cl^6]\,K^3, H^2O$; $[Ru\,Cl]^6(NH^4), H^2O$; $[Ru\,Cl^6]\,Na^3, 12H^2O$. dont l'analogie est frappante avec les sels correspondants d'iridium et de rhodium où l'hexacoordination de l'atome central ne laisse plus de doute.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *R. Mellet* et *M.-A. Bischoff.* — **Application du phénomène de teinture à la revivification des textes lavés.**

Un texte lavé chimiquement de telle façon qu'aucun des moyens actuellement connus pour le revivifier, soit suivi d'effet, est teint avec des solutions fluorescentes. En examinant l'échantillon à la lumière de Wood les traits lavés apparaissent nettement en noir violacé sur fond lumineux rose, jaune ou orangé. On conçoit l'importance que présente ce nouveau procédé de revivification des textes.

MINÉRALOGIE. — *R. Gaubert.* — **Sur l'identité de la limonite fibreuse avec la göthite.**

L'auteur a employé deux procédés d'investigations basés : 1° sur la variation de la dispersion des axes optiques des cristaux de göthite sur l'action de la chaleur ; 2° sur l'influence que possèdent les matières étrangères, contenues dans le minéral, sur le faciès des cristaux. Le fait qui se dégage de ces recherches, c'est que la limonite fibreuse n'est que de la göthite impure. L. FRANCHET.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *C. Sauvageau.* — **Sur la localisation du brome chez une Algue floridée** (*Antithamnionella sarniensis* Lyle).

L'auteur signale, chez cette Algue, l'existence de brome dans des organes particuliers qu'il nomme *bromuques*. Une solution de fluorescéine dans l'eau de mer rend le contenu du bromuque finement granuleux et le colore en rouge plus ou moins foncé. La coloration est plus rapide et demande à peine quelques minutes si le réactif est alcalinisé par une trace d'ammoniaque.

Si l'on répugne à admettre la présence de brome libre dans les bromuques, on doit admettre néanmoins qu'il y existe à l'état d'une combinaison extrêmement labile.

GÉOLOGIE. — *P. Russo* (transm. par M. Ch. Depéret). — **Notes tectoniques et paléontologiques sur la région de Bab Moroudj (détroit Sud-Riffain).**

Dans le poste même de Bab Moroudj se trouve un rocher calcaire qu'accompagnent à l'Ouest plusieurs autres jointements analogues. Tous contiennent en abondance des Pectinidés divers et surtout des Nummulites (*Numm. incrassatus* et *Nephrolepidina Tournoueri*). Ces couches sont les unes et les autres oligocènes et de niveau bien voisin.

Au point de vue tectonique, quatre écailles offrent, à la base, du Trias gypso-salin rouge argileux, directement surmonté par des assises oligocènes (Chattien) formées de grès et de marnes argileuses.

GÉOPHYSIQUE. — *Emile Belot* (prés. par M. Bigourdan). — **Causes dynamiques et isostatiques des dissymétries des hémisphères de la Terre et de la Lune.**

Même en l'absence d'une pression de la nébuleuse sur la région polaire N de la Terre, la dissymétrie de précipitation des poussières métalliques denses créera, par effet isostatique, une dissymétrie produisant au Nord une dépression océanique et, au Sud, un continent élevé de 3 km. Les poussières denses des composés radioactifs de l'uranium ont dû suivre le sort des poussières de fer, ce qui expliquerait comment, d'après Joly et Holmes, la radioactivité diminuerait rapidement en profondeur dans la croûte. Mais sa distribution pourrait être très différente dans les deux hémisphères.

PALÉONTOLOGIE. — *G. Delépine* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Sur les zones à Goniatites du Dinantien supérieur et de l'assise de Chokier en Belgique.**

Malgré l'épaisseur beaucoup moins grande en Belgique des formations du Dinantien supérieur et de l'assise du Chokier, la succession s'y révèle continue, et parallèle à celle que Bisat a établie dans le nord de l'Angleterre.

Le calcaire massif de Visé correspond aux massifs (*Knolls*) de Cracoe et de Malham. Il est l'équivalent des faciès schisto-calcaires à *Posidonomya Becheri* du nord de l'Angleterre et du Limbourg. Le calcaire paraît s'être déposé à Visé plus longtemps qu'ailleurs en Belgique et correspondre à la partie inférieure des schistes notés Hla dans les régions de Dinant et de Namur.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Louis Emberger* (transm. par M. Flahault). — **Sur la réversion des plastes chez les végétaux.**

L'auteur rapporte les résultats de ses observations faites sur divers végétaux, en particulier sur les racines et les feuilles d'Asphodèle et le bulbe du Lis blanc.

Le phénomène le plus important dans la réversion des plastes est la subdivision du substratum, comparable à une sorte de pulvérisation de la substance mitochondriale après la résorption des produits d'élaboration.

Les plastes régressés conservent leur individualité biologique, même lorsqu'ils sont à l'état parfait de mitochondries.

Les éléments mitochondriaux qui se différencient en plastes dans une cellule dont les plastes sont revenus à l'état mitochondrial, sont les anciens plastes régressés. L'observation des *réversions partielles* confirme ce fait.

ZOOLOGIE. — *Jacques Pellegrin* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Les Reptiles et Batraciens du Grand et du Moyen Atlas.**

Digitized by Google

Il apparaît qu'au Maroc, dans le Grand et le Moyen Atlas, par suite de conditions de température plus favorables, dues surtout à une latitude plus basse, les Reptiles et Batraciens montent beaucoup plus haut que dans l'Europe centrale. La Grenouille verte, par exemple, qui, dans les Alpes, ne dépasse guère un millier de mètres, s'élève au delà de 2.000 mètres dans le Moyen Atlas.

La liste donnée dans cette Note comprend 9 Sauriens, 2 Ophidiens, 4 Batraciens capturés entre 1.000 et 2.000 m.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* et *J. Villeneuve* (prés. par M. E.-L. Bouvier). — **Contribution à l'étude de l'anatomie de la tête des Diptères Cyclorhaphes. La ptiline et le muscle ptilino-pharyngien.**

D'après leurs observations sur *Calliphora erythrocephala* Meig., les auteurs ont constaté qu'il faut tenir compte, dans le jeu de la ptiline, d'un muscle dont les mouvements sont antagonistes de ceux des muscles du thorax et de l'abdomen En effet, si l'on examine une coupe sensiblement axiale, d'une tête de *C. erythrocephala* fixée au moment où la ptiline est dévaginée, on constate qu'il existe un muscle formé de cinq à six fibres qui s'insèrent, d'une part, au sommet de la ptiline et, d'autre part, sur la courbure pharyngienne. Quand ce muscle se contracte et qu'en même temps les muscles thoraciques et abdominaux se relâchent, la ptiline rentre à l'intérieur de la tête.

En raison de ses insertions, les auteurs donnent au rétracteur de la ptiline le nom de muscle *ptilino-pharyngien* ou de *M. retractor ptilini*.

PHYSIOLOGIE. — *J. Giaja* et *K. Chahovitch* (prés. par M. Henneguy). — **Le métabolisme de sommet et les capsules surrénales.**

Les Rats décapsulés ne peuvent accommoder leur thermogenèse qui ne peut s'élever au-dessus du niveau du métabolisme de base. Dans ce cas, le métabolisme de sommet est donc abaissé au point de se confondre avec le métabolisme de base, tandis que le quotient métabolique devient de ce fait égal à l'unité. L'injection d'adrénaline aux Rats décapsulés accroît la valeur de leur dépense énergétique, toutefois sans que celle-ci atteigne la hauteur du métabolisme de sommet du Rat normal.

Les faits exposés dans cette Note portent à croire que les capsules surrénales jouent un rôle important, peut-être même primordial, dans l'accommodation de la thermogenèse.

PHARMACOLOGIE. — *Max et Michel Polonovski* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur une série de dérivés alcaloïdiques à toxicité atténuée.**

La génésérine, la génatropine, la génhyoscyamine, la génoscopolamine, la génostrychnine, si faiblement toxiques, présentent l'avantage d'être plus facilement tolérées par l'organisme que les bases auxquelles elles s'apparentent, et de pouvoir, par conséquent, être employées à des doses plus fortes et plus fréquemment renouvelées.

BACTÉRIOLOGIE. — *C. Gessard, E. Fernbach* et *G. Rullier* (prés. par M. Roux). — **Modifications morphologiques du bacille tuberculeux en culture associée avec un bacille pyocyanique (variété mélanogène).**

Les auteurs ont expérimenté l'action d'un germe pyocyanique de race S et de variété mélanogène sur certaines races de bacilles tuberculeux (B. T.) (Test-Humain et Vallée-Bovin). Les B. T. se montrent ou bien agglutinés et diffluents, ou bien granuleux. Le bacille pyocyanique, réputé par ailleurs pour son importance prépondérante dans maints cas d'associations et de concurrences microbiennes, triomphe donc également de la résistance bien connue opposée par le B. T. à nombre d'agents de destruction.

MÉDECINE. — *Cluzet* et *Chevalier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur les courants de haute fréquence à sens constant ; leurs effets physiologiques.**

Les courants de haute fréquence employés en thérapeutique peuvent être redressés au moyen de détecteurs électroniques ; ainsi modifiés, ces courants ont des propriétés physiques particulières et ils produisent, malgré leur fréquence, avec la polarisation des tissus, des phénomènes caractéristiques d'excitation des nerfs et des muscles.

P. GUÉRIN.

Séance du 7 décembre 1925

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Fatou* (prés. par M. Goursat). — **Sur une propriété de certaines fonctions analytiques multiformes.**

THÉORIE DES GROUPES. — *De Séguier.* — **Sur les diviseurs des produits directs abéliens finis.**

CINÉMATIQUE. — *A. de Gramont* (prés. par M. Maurice d'Ocagne). — **Sur un inverseur de précision ne comportant aucun système articulé.**

ÉLASTICITÉ. — *R. Chambaud* (prés. par M. Mesnager). — **Sur la théorie des voûtes circulaires épaisses.**

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *André Blondel.* — **Mécanique sur la résonance de torsion des arbres à manivelles.**

HYDRODYNAMIQUE. — *D. Riabouchinsky* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur quelques cas de mouvements irrotationnels à trois dimensions.**

POUVOIR ROTATOIRE. — *Thomas-Martin Lowry et Bawa-Kartar Singh* (prés. par M. A. Cotton). — **Dispersion rotatoire de la Nicotine).**

Les auteurs ont recherché si la dispersion rotatoire de la nicotine était simple ou complexe. Ils ont opéré avec une nicotine purifiée par des distillations répétées ; les résultats qu'ils ont obtenus sont exposés dans un tableau qui montre que dans la région du spectre qu'ils ont étudiée, la dispersion de la nicotine est simple.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Jean Barbaudy* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Déshydratation de l'alcool aqueux par rectification en présence de benzène.**

Par une figure schématique, l'auteur montre les trois éventualités qui peuvent se produire lorsqu'on distille, sous la pression de 760 mm., un mélange d'alcool, de benzène et d'eau.

— *A. Boutaric et Mme Y. Manière* (prés. par M. Daniel Berthelot). — **Influence de la concentration en ions H sur la vitesse de floculation de quelques colloïdes négatifs.**

Les expériences faites sur la floculation des sols de sulfures d'arsenic et des suspensions de gomme-gutte et de résine-mastic, sous l'influence de divers acides, ont montré que le facteur le plus important dans la floculation n'est pas la concentration en acide exprimée par la normalité, mais la concentration en ions H.

— *P. Vaillant* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'influence d'une charge électrostatique sur la conductibilité superficielle d'une lame de sel gemme.**

L'essai a été fait sur une lame de sel gemme de 8 mm. d'épaisseur et quelques centimètres de côté, isolée par des feuilles de mica sur ses faces latérales et sa face inférieure et recouverte d'un papier d'étain formant écran électrique vis-à-vis de la masse intérieure. L'écran est partagé en son milieu par une fente de 1 mm. de large, en deux électrodes qu'on relie aux deux pôles d'une pile de 74 volts dont le milieu est au sol et dans le circuit de laquelle est un galvanomètre.

Les chiffres suivants donnent en micro-ampères, les valeurs observées pour le courant, chacune d'elles étant la moyenne de celles qui correspondent aux deux sens du passage :

Digitized by Google

Couche neutre.....	0.1322
Couche électrisée positivement.....	0.1430
Couche électrisée négativement.....	0.1198

En représentant par 1 le courant dans la couche neutre, le courant dans la couche positive est 1.082 et, dans la couche négative 0.906.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Lebeau et A. Damiens* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur un procédé facile de préparation du fluor.**

Le procédé imaginé par les auteurs repose sur les principes suivants : 1° Emploi, comme électrolyte d'un fluorhydrate de fluorure alcalin ou d'un mélange des fluorhydrates de fluorures alcalins, plus riche en acide fluorhydrique que MF. 3 HF, dont le point de fusion soit compris entre 0° et 150°; 2° l'électrolyse peut être faite en employant, pour l'électrode positive, un métal usuel, tel que le fer ou le nickel; 3° lorsqu'on utilise une électrode positive en cuivre, celui-ci se recouvre d'un enduit fluoré formant paroi isolante. Les auteurs ont construit, sur ces principes, un appareil simple et permettant la préparation facile du fluor.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Marcel Godchot et Pierre Bedos* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Sur l'orthométhylcyclohexanone monochlorée.**

En soumettant l'orthométhylcyclohexanone à la chloruration directe on obtient un seul dérivé monochloré $C^7H^{11}OCl$, bouillant à 78°-79° sous 14 mm. Avec les méta et paraméthylcyclohexanones on obtient un mélange de deux dérivés monochlorés *cis* et *cis-trans*. Au dérivé monochloré de l'orthométhylcyclohexanone, les auteurs attribuent la constitution de la chloro-1-méthyl-1-cyclohexanone-2-. En résumé, ils ne sont pas d'accord sur plusieurs points avec les chimistes allemands.

HYDROLOGIE. — *J. Pouget et D. Chouchak* (prés. par M. Ch. Moureu). — **Radioactivité des eaux minérales d'Hamman Meskoutine (Algérie).**

Les eaux minérales qui alimentent cette station et les dix sources situées dans son voisinage, immédiat possèdent une thermalité élevée (entre 94 et 96°); sur le même plateau quatre autres sources ont une température comprise entre 87 et 91°5. C'est à leur thermalité élevée que ces eaux doivent d'être peu radioactives.

SISMOLOGIE. — *N. A. Critikos.* — **Sur des phénomènes sismiques produits avant et depuis l'éruption du volcan de Santorin.**

Des données fournies par le sismogramme enregistré à Athènes le 7 août 1925, on peut conclure que l'épicentre se trouve à peu près à l'est d'Athènes et à une distance de 180 kilomètres. Les coordonnées géographiques trouvées par le calcul sont : $\lambda = 29°05'$ E. Gr.; $\varphi = 38°40'$ N.

La manifestation intense de l'énergie sismique qui s'est produite peu avant le début de l'activité du volcan vers le nord-est de celui-ci et dans la direction Santorin-Christiani ne paraît pas, à l'auteur, être sans rapport avec les causes qui ont provoqué le paroxysme du volcan. L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix* et *Const. A. Kténas.* — **Les laves actuelles de Fouqué Kameni (Santorin).**

Le magma qui alimente ce volcan n'a subi que de très faibles variations depuis la période historique et même depuis un passé très lointain. Ayant procédé à l'étude des laves de l'éruption actuelle afin de voir si cette fixité de composition du magma persiste, les auteurs ont constaté que les analyses des laves de l'an 46, de 1866, de 1869, et de 1925 ne présentent entre elles que de faibles différences.

Toutes ces laves sont des *dacitoïdes à pyroxènes* de caractère andésitique, mais à la limite des types oligoclasiques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Charaux* (prés. par M. L. Guignard). — **Le produit fermentaire extrait des graines de divers Rhamnus ou Rhamnodiastase**

Préparée en partant de l'amande du *Rhamnus utilis* Dcne lixiviée à l'éther, la rhamnodiastase apparaît comme une source de plusieurs ferments intéressants parce que leur action, tout en étant très étendue, s'exerce spécialement sur certains glucosides donnant, par dédoublement au moyen des acides minéraux étendus, plusieurs molécules de glucose, parmi lesquels on a déjà signalé le glucose, le galactose, le rhamnose et le xylose. Elle n'hydrolyse que partiellement ces glucosides, en ce sens que les molécules des glucoses restent combinées ensemble sous forme de glucides complexes.

BOTANIQUE. — *Mme H. Gauthier-Lièvre* (transm. par M. Mangin). — **Quelques observations sur la flore algale de l'Algérie dans ses rapports avec le pH.**

Toutes les mares qui ont retenu l'attention de l'auteur par la richesse de leur flore algale ont des eaux dont le pH est inférieur à 7. Elles sont caractérisées par la présence de Desmidiées filamenteuses (*Hyalotheca dissiliens*, *Desmidium aplogonium*, *D. Swartzii*, etc.) et de *Cosmarium commissurale*, ainsi que d'espèces en majeure partie médio-européennes. Aucune de ces Algues n'a été trouvée dans les eaux dont le pH dépassait 7.

— *L. Plantefol* (prés. par M. Molliard). — **Sur les formes de croissance de l'Hypnum triquetrum L.**

On peut reconnaître, pour l'*Hypnum Triquetrum*, l'existence, à côté d'une forme type, de cinq formes de croissance caractéristiques des diverses conditions écologiques (humidité et lumière plus ou moins fortes). Les variations morphologiques essentielles portent, d'une part sur les caractères de la ramification (en rameaux plagiotropes différenciés ou en tiges orthotropes) et d'autre part sur l'orientation des tiges et rameaux.

PHYSIOLOGIE. — *Raymond Jacquot* et *André Mayer* (prés. par M. Molliard). — **Equilibre des constituants cellulaires et intensité des oxydations de la cellule. Imbibition et oxydations. Cas des graines.**

L'intensité des oxydations des graines dépend de la proportion de certains constituants de celles-ci, non de leur masse. L'eau, par exemple, augmente les oxydations aux imbibitions faibles et moyennes et au contraire les limite aux imbibitions élevées.

PHARMACOLOGIE. — *René Hazard* et *L. J. Mercier* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action de la base tropine (tropanol) sur la circulation.**

La base tropine injectée au chien, par voie intra veineuse, aux doses de 1 à 5 cg., par kilogramme provoque : 1° un abaissement marqué et transitoire de la pression sanguine; 2° un ralentissement constant du rythme cardiaque; 3° une augmentation de l'amplitude des pulsations carotidiennes dont il semble logique de situer la cause dans l'allongement de la période diastolique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *P. Reiss* (prés. par M. Henneguy). — **L'évolution du pH intérieur de l'œuf d'Oursin pendant la fécondation et la division.**

Dans l'expérience sur *Paracentrotus lividus*, l'œuf prélevé dans l'ovaire donne un pH de 5. 57. Au contact de l'eau de mer l'acidité augmente rapidement jusqu'à pH 5,42 pour revenir ensuite à une valeur de 5,4, un peu supérieure à celle du départ, et qui se maintient à peu près pendant 1 à 2 heures.

Immédiatement après la fécondation le pH monte notablement. Un maximum est atteint après 15 minutes, avec pH 5,62 au moment de la fusion des pronucléus. Au début de la division cytoplasmique le pH intérieur tombe brusquement à une valeur de 5.54.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Jules Wolff* et *Lucien Grandchamp* (prés. par M. Roux). — **Quelques observations sur l'oxydabilité du fer contenu dans les vins.**

Digitized by Google

Les sels ferreux contenus normalement dans les vins peuvent se transformer rapidement en sels ferriques sous l'influence d'une oxydase et provoquer un phénomène de casse qui n'avait pas été envisagé jusqu'ici.

— *L. C. Maillard* et *H. Wunschendorff* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la formation de complexes entre les protéines et les hydrates de métaux trivalents. Méthode de désalbumination par les aluns.**

Il s'agit d'une nouvelle méthode générale de désalbumination par les aluns qui dispense de la préparation fastidieuse, et sans cesse renouvelée, de l'hydrate ferrique colloïdal. Elle paraît offrir autant de sécurité que de commodité.

THÉRAPEUTIQUE. — *L. Fournier* et *P. Mollaret* (prés. par M. Roux). — **L'hyposulfite double d'or et de sodium dans le traitement de la syphilis.**

Cet hyposulfite possède une action antisyphilitique incontestable et assez énergique quand on l'emploie à des doses voisines de 1 gramme, et en injections intramusculaires ou intraveineuses assez rapprochées. Dans ces conditions, le pouvoir thérapeutique se traduit par la disparition des tréponèmes, la cicatrisation rapide des lésions spécifiques et l'atténuation et même la disparition de la réaction de Bordet-Wassermann. A doses faibles (0 gr. 25 à 0 gr. 50), l'action est beaucoup plus lente parfois, même douteuse.

MÉDECINE. — *Stefan Jellinck* (prés. par M. d'Arsonval). — **La mort par l'électricité ; résultats pratiques acquis par des études électropathologiques.**

Les marques ou les blessures électriques les plus graves se guérissent sous la forme de nécrose aseptique presque toujours sans fièvre, sans changement important dans l'état général du malade.

Dans les cas même très graves, la thérapie conservative donne les meilleurs résultats. Il y a seulement deux cas où il faut avoir recours à la chirurgie. 1° Faire une ponction lombaire, quand la pression du liquide cérébrospinal est fortement augmentée; 2° Dans le cas d'abondante hémorragie de la blessure, ce qui peut avoir lieu subitement et ne doit étonner ni le médecin, ni le garde-malade.

P. GUÉRIN.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Analyses de chimie biologique, par René CLOGNE, Docteur en Pharmacie. *Deuxième édition.* In-8° de 282 pages avec nombreuses figures. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

En présentant la première édition de cet ouvrage nous avons insisté comme il convenait sur l'intérêt qu'il présentait pour tous ceux qui s'occupent d'analyses médicales. L'accueil très favorable qui lui a été fait a rendu rapidement nécessaire cette nouvelle édition que l'auteur a complètement revue et qu'il a notablement améliorée en tenant compte des progrès récemment réalisés.

La première édition ne comportait que 165 pages, soit plus de cent pages de moins que celle-ci qui renferme plusieurs chapitres nouveaux, tels que ceux consacrés à l'analyse chimique des eaux et à la recherche des médicaments dans les urines. Cet excellent manuel est donc plus que jamais capable de rendre service aux médecins ou aux chimistes qui désirent être bien documentés, au point de vue pratique, sur les procédés modernes d'analyses biochimiques les mieux adaptés aux besoins de la clinique.

A. B.

L'activité psychique, par Edme TASSY, in-16 de XVI-126 pages (Bibliothèque de philosophie contemporaine), Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 9 francs.

Poursuivant la série de ses travaux remarqués sur le composé humain et les connexités fonctionnelles de notre double structure somatique et spirituelle, M. Tassy donne aujourd'hui une étude sur l'*Activité psychique* et ses manifestations. Comme suite et complément à ce travail, il annonce une prochaine *psycho-neurologie*.

Avant d'aller plus loin une explication préjudicielle s'impose, si l'on veut éviter tout malentendu. L'expression *Activité psychique* n'est point prise ici avec la signification qu'elle revêt dans la terminologie courante de la psychologie générale, où on entendrait surtout par là un essai critique sur l'ensemble des opérations et des phénomènes de la vie consciente. M. Tassy désigne plutôt par ce terme la dernière des trois formes de l'ordre physio-noologique, qui s'impliquent et s'expliquent mutuellement, se correspondent et se répercutent sans cesse, se combinent et se renforcent dans un échange continu d'influences, comme un réseau dont les entrelacements solidement liés, inséparables même, garderaient cependant une certaine indépendance des parties composantes. Ce sont l'activité organique, à la base, l'activité mentale, traductrice intellectuelle de la précédente et l'activité psychique, étape et but terminus des deux autres. La première serait comme la conscience des excitations physico-sensorielles, la deuxième, notre conscience *idéative* et représentative, la troisième, la conscience synthétique de notre unité personnelle.

Les thèses générales de la psycho-physiologie sont connues. Nos désirs, nos émotions, nos appétits, nos penchants restent inintelligibles si on les considère en dehors de leurs antécédents ou concomitants organiques. A quoi il convient d'ajouter que, vice-versa, nos mouvements, nos attitudes, nos gestes et nos actes corporels seront mal interprétés si nous les isolons des incitations ou états de l'âme avec lesquels ils coïncident. Toutes nos activités ont des tenants et des aboutissants biologiques. La motricité physio-psychologique entraîne des corrélations psycho-physiologiques. Car tantôt le corps prend les devants sur l'esprit ; et tantôt c'est l'esprit qui est en avance sur le corps. Quoi qu'il en soit, le complexus nerveux, ses divers systèmes, ses centres secondaires et les neurones sont en communication de tous les instants, réceptive ou active, avec le moi affectif et le moi dynamique. La sensibilité mentale et la sensibilité psychique, en coopération ou chacune de son côté, élaborent les *réactions des cellules corticales dans les phénomènes cérébraux*.

M. Tassy a donc le mérite d'avoir nettement placé le problème abordé par lui sur le terrain expérimental et scientifique, d'en avoir indiqué des solutions d'une très haute probabilité dans l'état actuel des données histologiques et des connaissances relatives à l'appareil cérébro-spinal, au grand sympathique et au pneumo-gastrique. Son étude, aux conclusions encore provisoires, comme il l'avoue lui-même, est détaillée, analytique, et bien orientée dans le sens des recherches et des découvertes contemporaines, auxquelles il apporte une contribution appréciable. Car ses ingénieuses hypothèses sont appuyées et illustrées par des exemples concrets, pris dans la vie commune, c'est-à-dire la vie individuelle et sociale de tous les jours, qui est bien, pour les psychologues, le champ d'expérience le plus étendu et le plus profond, le plus sûr et le plus instructif. Cette méthode l'amène

Digitized by Google

à examiner la variété des sentiments personnels de l'ordre ego-absolutiste, ceux de l'ordre ego-relativiste, les formes altruistes et anti-altruistes de la sentimentalité interpersonnelle, telles que la sympathie et l'antipathie, l'instinct sexuel et son aberration, et aussi à proposer un essai de classification nouvelle des états affectifs et de leurs combinaisons.

Constatons en finissant que les résultats de ces travaux s'harmonisent avec les enseignements de la philosophie traditionnelle. Descartes n'expliquait-il pas les rapports de l'âme et du corps par le rôle des *esprits-animaux*? Et la possibilité de l'idéation, de la rémémoration, par sa théorie empirique des traces cérébrales? Montaigne disait que sensations et sentiments sont *à la couture de l'âme et du corps*. En termes plus métaphysiques, Bossuet soutenait que l'union des organes et de la pensée est assurée par un *lien consubstantiel;* et Leibniz, que les monades animales et les monades raisonnables sont, au fond, d'essence identique. Enfin, bien avant tous ces penseurs, Aristote comprenait le corps comme ayant déjà quelque chose de l'âme, τι ψυχῆς, et l'âme comme étant aussi quelque chose du corps, τι σώματος.

LOUSTAU-CHARTEZ.

Manuel du Conducteur de Machines agricoles, par A. GOUGIS. Préface de M. le Marquis de Vogüé. In-8° de 350 pages, 193 figures. Librairie Agricole, 26, rue Jacob, Paris. — Prix : 15 francs.

Ce volume répond excellemment à son titre. Après avoir examiné les éléments des machines, les attelages et les moteurs, l'auteur passe en revue toutes les machines agricoles proprement dites : charrues, distributeurs d'engrais, semoirs, rateaux, moissonneuse, trieur, etc.

Pour chaque machine de nombreux dessins et schémas accompagnent des descriptions et des explications détaillées. Les articles spéciaux pour chaque machine, relatifs aux troubles dans le fonctionnement, seront des plus appréciés. Qu'y a-t-il de plus désagréable en effet que de chercher et de ne pas trouver la cause d'une panne, d'un déréglage quelconque qui arrête le travail? En étudiant l'ouvrage de M. Gougis bien des agriculteurs éviteront cet ennui.

L. R.

Les fastes de l'Agriculture, par J.-H. RICARD (avec la collaboration de nombreux spécialistes). In-12 de 228 pages. L'Édition Universelle illustrée, 39, rue d'Amsterdam, Paris, 1925. — Prix : 7 fr. 50.

C'est une formule nouvelle, déjà très appréciée dans d'autres domaines, celle des revues annuelles, qui se rapproche le plus de cet ensemble d'articles qui constitue les fastes de l'Agriculture. A vrai dire bien que le sous-titre semble l'indiquer les fastes manquent encore un peu de cette classification méthodique à laquelle les revues annuelles nous ont habituées dans d'autres publications, elles se rapprochent d'un almanach. Ces réserves ne doivent rien enlever de leur intérêt aux études publiées dans les fastes par des maîtres spécialistes incontestés. En les lisant on ne peut que gagner, aussi bien dans les sciences économiques relatives à l'agriculture que dans la technique même.

L. R.

OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS

Jeanneney. — Le Cancer. In-16 de 172 pages avec figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr. 50.

P. Halbron. — Les maladies infectieuses. In-16 de 190 pages avec figures. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 8 fr. 50.

William A. Poucher. — Perfumes, cosmetics and soaps, 2e édition, tome I. In-8 de 304 pages avec 24 figures. Chapman and Hall, Londres. — Prix : 16 sh.

P. Klein et A. Sanson. — Physique et météorologie agricole. In-16 de 464 pages avec figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Pierre Jean. — La psychologie organique. In-8 de 297 pages avec figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

E. Gley. — Physiologie, tome II, 6e édition. In-8 de 560 p. avec figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Paul Choisnard. — Essai de psychologie astrale. In-8 de 190 pages avec figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

Maurice Boubier. — L'évolution de l'Ornithologie. In-16 de 300 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Loeb. — Les Phénomènes colloïdaux. In-16 de 300 pages avec 58 figures. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

J. Leuba. — Introduction à la Géologie. In-16 avec 60 figures. Colin, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

Ed. Moreau. — Guide pratique d'analyses médicales par des Méthodes simples et rapides. In-8 de 188 pages avec 50 figures. Payot, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

A. Rateau, D. Eydoux et *M. Gariel.* — Turbines hydrauliques. — In-8 de 692 pages avec 178 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

Coutagne. — La fabrication des ferro-alliages. Fontes électriques et métaux spéciaux. In-8 de 650 pages avec 76 figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

E. Derrien et G. Fontès. — Chimie biologique médicale. Guide pour les manipulations, 2e édition. In-16 de 420 pages avec figures. Baillière, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

J. M. Kolthoff. — La détermination colorimétrique de la concentration des ions hydrogène. Trad. sur la 3e édition allemande par Ed. Vellinger. In-8 de 250 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 50 francs.

M. H. Onslow. — The auto-cyanin pigments of plants, 2e édition. In-8 de 314 pages. Cambridge University press, Fetter Lane, London. — Prix : 21 sh.

J. C. Willis. — A dictionary of the flowering plants and ferns. 5e édition. Petit in-8 de 782 pages. Cambridge University press, Fetter Lane, London. — Prix : 20 sh.

A. Boutaric. — La lumière et les radiations invisibles. In-18 de 284 pages avec 55 figures (*Bibliothèque de Philosophie scientifique*). Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 10 francs.

Le Gérant : M. HEDAN.

Société Française d'Imprimerie d'Angers,
4, Rue Garnier, 4, Angers.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

JANVIER A DÉCEMBRE 1925

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles, Notes et Actualités).

ACHARD (Ch.). — Portraits de Savants : Paul Broca, 129.

BERLAND (Lucien). — L'instinct maternel chez les araignées, 161.
BERNARD (Léon). — L'hygiène et la défense de la Santé publique, 737.
BERTHELOT (Dr). — Les doses massives de ferments lactiques dans le traitement des entérites, 790.
BILLARD (Dr). — Une histoire de sourcier. Le mystère de la baguette de coudrier, 584.
BLOC (André). — L'Exposition de la houille blanche à Grenoble, 323.
BLUM-PICARD. — L'industrie houillère, son développement, ses rapports avec l'industrie électrique, 300.
BOCCARDI (Jean). — La Mécanique céleste et la géologie, 236.
BOREL (Émile). — L'organisation de la recherche scientifique, 545.
BOULARD (H.). — Les alcools coloniaux et leur utilisation comme carburants, 50.
BOUTARIC (A.). — La vitesse de la lumière et les théories de l'Éther, 135.
BRUNINGHAUS. — Analyse spectrale en astronomie, 54. — Productions de radiations électromagnétiques d'extrêmement petites longueurs d'onde, 182. — Étude de la densité du carbone, 211. — Les bouteilles métalliques à air liquide, 279. — Variations du vent à courtes périodes, 437. — L'isostasie, 497. — La sensibilité des cristaux de galène, 599. — La structure des lames minces, 624. — Le mécanisme de la réaction photochimique entre l'hydrogène et le chlore, 790.

CAULLERY (Maurice). — Les études zoologiques. Critiques et desiderata, 801.
CHEVALIER (Auguste). — Le problème de la culture du Cotonnier dans nos colonies et la nécessité d'une organisation scientifique pour le résoudre, 75, 107, 142.
COUPIN (F.). — Le développement comparé du cerveau chez l'Homme et chez les Singes, 743.

DOUBLET. — La physique solaire et les éclipses, 658.
DUPIN (J.). — L'aménagement des forces hydrauliques, 340.

EYDOUX (D.). — Les turbines hydrauliques, 361.

FABRY (Ch.). — Le centenaire de la publication du livre de Carnot, 87. — Le problème de la mesure des radiations 769.
FOCH (A.). — Généralités sur les sources d'énergie, 325.
FOCK (A.). — Le transsaharien : œuvre nationale de première urgence, 295.
FRANCHET (L.). — Les migrations mélanéso-polynésiennes et australiennes en Amérique à l'époque préhistorique, 25. — Les gravures préhistoriques de Limeuil, 692.
FRÉDÉRICQ (Henri). — Le Mécanisme humoral des actions nerveuses, 641.

GABRIEL (l'abbé). — Un nouveau cycle astronomique luni-solaire, 715.
GARNIER (René). — Le mois mathématique à l'Académie des Sciences, 23, 85, 149, 210, 274, 435, 461, 534, 658, 723, 788.
GARNIER (Dr). — Les Sécrétions internes, 193.
GÉRARD (Jean). — La sixième conférence internationale de la Chimie, 532.
GLEY (E.). — Lois d'action des sécrétions internes d'après les recherches sur le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires, 705.
GRUVEL (A.). — La chasse aux cétacés dans le monde. Son avenir dans les colonies françaises, 65. — En Indochine : Ports de pêche et défense nationale, 617.
GUY (Camille). — L'Afrique équatoriale convalescente, 417.

HELBRONNER (Paul). — La description géométrique détaillée des Alpes françaises, 453.

IRIBARNE (Dr J.). — L'évolution de l'Oto-rhino-laryngologie, 166.

JAWORSKI (Dr Aelan). — La question du rajeunissement, 599.
JOLEAUD (L.). — La géologie de la Chine Centrale, 113. — Les reptiles dinosauriens des récentes découvertes, 257. — Les recherches de pétrole en France, 667. — La paléogéographie du Maroc, 728.
JOUGUET (Émile). — Histoire des études hydrodynamiques en France, 345.

KŒCHLIN (René). — Le Rhin, source d'énergie et voie navigable, 557.

LACROIX (Alfred). — Portraits de Savants : Alphonse Milne Edwards, 1.
LAMARE (Pierre). — Découverte d'un gisement de pétrole à Gabian (Hérault), 26.
LASSIEUR (A.). — Quelques idées sur l'avenir de la chimie analytique, 613.
LEGENDRE (R.). — La lune et les êtres marins, 226.
LEMOINE (Paul). — Les ressources minérales de la Savoie, 663. — Le rôle de l'eau de mer dans la fixation de la potasse sédimentaire, 691.

MAGROU (J.). — Le Cancer des plantes, 33.
MARCOTTE (Edmond). — Le Salon de l'Aviation, 18. — La transmission de la puissance du moteur aux roues des automobiles, 116. — La Motoculture, 153. — Les Mistpœffers, 183. — Décharges électriques dans un tube ou dans une ampoule utilisés pour l'éclairage, 430. — Les combustibles pulvérulents dans l'industrie, 491. — Un moteur à quatre temps et à quatre points morts : le moteur Andreau, 564. — Les enseignements du Grand-Prix de vitesse de l'Automobile-Club de France en 1925, 620. — La pyrogénation préalable des combustibles et l'utilisation du résidu solide ou semi-coke, 684. — Les signaux de brume, 803.
MARSAIS (P.). — Le Vignoble bordelais, 170.
MARTONNE (Ed. de). — La cartographie officielle en Afrique occidentale française, 481, 513.
MASSONNEAU (M). — L'électrification du réseau de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 381.
MATIGNON (Camille). — L'industrie du Radium, 124.
MICHAUD (Félix). — L'expertise des signatures, 43.
MONMERQUÉ (A.). — Les distributions d'énergie électrique, 387.
MOUREU (Charles). — Léon Maquenne, 85. — Albin Haller, 306.

PARODI (H.). — La houille blanche et l'électrification des chemins de fer, 407.
PELLEGRIN (Dr J.). — Les poissons du Danube et leur pêche, 487, 519.
PERROT (Em.). — La lutte interna-

Digitized by Google

tionale contre l'opium et les drogues stupéfiantes, 449.
PONCELET (E.). — Un nouveau procédé de fabrication de l'acier, 757.
PRÉAUD (R.). — L'électrification des campagnes, 370.

RAYLEIGH (Lord). — La luminescence du phosphore, 673.
REGNAULT (Félix). — La constitution et le caractère des monstres doubles, 592.
RETTERER (E.). — De la structure et de l'évolution de la matière vivante, 577, 609.
RICHET (Ch.). — La situation matérielle des Savants, 97.
RIGAUT (A.). — Le chimiste Moissan et le rendement des laboratoires, 152.
RIGOTARD (L.). — Nouveaux essais dans la culture du blé, 87. — L'École rurale et la profession agricole, 566. — L'ascension capillaire dans les sols, 630. — L'exploitation des plantes et des animaux. Quelques notes d'économie rurale, 651. — Culture et exploitation du noyer, 748, 780.
RIGOTARD (Marcel). — Impressions de la Guadeloupe, 663.
ROUCH (J.). — La découverte du Groenland par les Normands, 276.
ROULE (Louis). — Daubenton anatomiste et zoologiste, 290.

SOHM. — Le chauffage des chaudières au charbon pulvérisé, 203.
SOLANGE-PELLAT. — L'expertise des testaments olographes, 719.
THOULET (J.). — Le calme des eaux abyssales de l'Océan, 648.
TOCHON (G.). — Le problème financier de la houille blanche, 332.
TRILLAT (Jean-Jacques). — L'étude de certains composés organiques au moyen des Rayons X, 100.

URBAIN (Pierre). — Le rôle géologique des sources thermales, 71.

VALLAUX (Camille). — Les paysages de la Géographie, 678.
VAYSSIÈRE (P.). — Le scolyte du grain de café au Brésil et la production du café dans les colonies françaises, 241.
VEIL (S.). — Le noyau de l'atome 461.
WHEELER (William Morton). — L'évolution des insectes sociaux, 548.

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES (Articles, Notes et Actualités, Académie des Sciences, Nouvelles, Vie scientifique universitaire, Nécrologies).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS. Comptes rendus des Séances : (15 décembre 1924), 28 ; (29 décembre 1924 et 5 janvier 1925), 59 à 63 ; (12 et 19 janvier), 92 à 95 ; (26 janvier et 2 février), 120 à 124 ; (9 et 16 février), 155 à 159 ; (23 février et 2 mars), 187 à 190 ; (9, 16 et 23 mars), 214 à 222 ; (30 mars), 251 ; (6 et 14 avril), 281 à 284 ; (20 et 27 avril, 4 mai), 312 à 318 ; (11 et 18 mai), 444 à 448 ; (25 mai, 2, 8 et 15 juin), 466 à 474 ; (22 et 29 juin, 6 juillet), 502 à 511 ; (13 et 20 juillet), 541 à 543 ; (20, fin, et 27 juillet, 3 août), 568 à 571 ; (10, 17 et 24 août), 603 à 605 ; 3 août fin, 31 août et 7 septembre), 633 à 634 ; (14 et 21 septembre), 669 à 670 ; (28 septembre et 5 octobre), 700 à 702 ; (12, 19 et 26 octobre), 732 à 736 ; (26 octobre, fin, 3 et 9 novembre), 760 à 765 ; (16 et 23 novembre), 794 à 798 ; (30 novembre et 7 décembre, 816 à 820.
ACCUMALATEUR (L' —) Féry, 438.
ACIER (Un nouveau procédé de fabrication de l' —), 757.
ADSORBANTS solides pour la récupération du benzol, 730.
AFRIQUE (L' —) équatoriale convalescente, 417.
AGE (L' —) des étoiles, 813.
AGES (Les —) et la masse des étoiles, 436.
AIMANTS (Les —) permanents, 561.
AIR LIQUIDE (Les bouteilles métalliques à —), 279.
ALCOOLS (Les —) coloniaux et leur utilisation comme carburants, 50.
ALCHIMISTES (Le Rêve des —), 56.
ALPES (La description géométrique détaillée des —) françaises, 453.
AMIANTE bleue (L' —), 437.
AMMONIAC (L' —) de synthèse en Italie, 115.
ANALYSE SPECTRALE en Astronomie, 54.
APPAREIL RESPIRATOIRE (Sur l' —) et la respiration des invertébrés, 755.
APPLICATIONS astronomiques des lampes à trois électrodes, 210.
ATELIERS-ÉCOLES (Les —) de la Chambre de Commerce de Paris, 629.

BENZÈNE (Le centenaire de la découverte du —), 628.
BOIS (Le Cours des —), 791.
BROCA (Paul), 129.
BROME (Le stockage et le transport du —) dans des récipients métalliques, 213.

CACAO (Le —). Production et consommation, 666.
CANCER (Le —) des plantes, 33.
CAOUTCHOUC (Le —) en Indochine, 501.
CARBURANTS (Les —) obtenus par la distillation à basse température, 695.
CARTOGRAPHIE (La —) officielle en Afrique occidentale française. 481, 513.
CARYOCINÈSE (Étude de la —) chez les insectes, 86.
CELLULES (Le pH et le rH des —) animales, 692.
CENTENAIRE (Le —) de la publication du livre de Carnot, 87.
CHALUMEAU (Le —) oxyacétylénique, 463.
CHARBON DE BOIS (L'industrie du —), 186.
CHARGEMENT (Le —) des foyers de locomotives, 153.
CHASSE (La —) aux Cétacés dans le Monde. Son avenir dans les colonies françaises, 65.
CHAUFFAGE (Le —) des Chaudières au charbon, 203. — Le — électrique par accumulation, 566.
CHIMIE (Quelques idées sur l'avenir de la —) analytique, 613.
CHROMOSOMES et espèces, 563.
COLLOIDAUX (Les états —) de la matière, 789.
COLLOIDES (La chimie des —), 184.
COMBUSTIBLES (Les —) pulvérulents dans l'industrie, 491.
COMBUSTION spontanée des huiles pour moteurs Diesel, 56.
COMMERCE (Le —) extérieur de la France en 1924, 438.
COMMISSION (Premiers travaux de la —) des carburants synthétiques de remplacement de la Société des Ingénieurs civils de France, 499.
CONCOURS franco-belge de gazogènes à charbon de bois fournissant l'énergie motrice à des moteurs de camions automobiles, 792.
CONFÉRENCE (La sixième —) internationale de la Chimie, 532. — La 3e — internationale des grands réseaux électriques à haute tension, 600.
CONSTITUTION (La —) et les caractères des monstres doubles, 592.
COUCHES (Les trois —) terrestres, 25.
COTONNIER (Le problème de la culture du —) dans nos colonies et la nécessité d'une organisation scientifique pour le résoudre, 65, 107, 142.

Digitized by Google

Croissance des cellules et croissance du corps, 499.
Culture (Nouveaux essais dans la —) du blé, 87.
Cycle astronomique (Un nouveau —) luni-solaire, 715.

Daubenton, anatomiste et zoologiste, 290.
Décharges électriques dans un tube ou dans une ampoule, utilisées pour l'éclairage, 430.
Densité (Étude de la —) du Carbone, 211.
Descendants males (Au sujet du nombre des —) dans l'espèce humaine, 729.
Développement (Le —) comparé du cerveau chez l'Homme et chez les Singes, 743.
Déviation (La —) des rayons lumineux au voisinage du soleil et la théorie de la relativité, 112.
Différents (Les —) types de liaisons chimiques, 754.

Eau de mer (Le rôle de l' —) dans la fixation de la potasse sédimentaire, 691.
Écluses (Les nouvelles —) d'Ymuiden, 791.
École rurale (L' —) et la profession agricole, 567.
Électrification (L' —) des campagnes 370. — L' — du réseau de la Cie des Chemins de Fer du Midi, 381.
Énergie électrique (Les distributions d' —), 386.
Engrais (Consommation des —) chimiques dans le monde, 57.
Enseignements (Les —) du Grand Prix de vitesse de l'Automobile-Club de France en 1925, 620.
Espéranto (Emploi de l' —) dans les sciences pures et appliquées, 756.
État actuel de la reconstitution des Mines de Lens, 213.
Étude (L' —) de certains composés organiques au moyen des Rayons X, 100.
Etudes (Les —) zoologiques. Critiques et desiderata, 801.
Évolution (L' —) des insectes sociaux, 548.
Expertise (L' —) des signatures, 43.
Exportation (L' —) des bois de Suède 600.
Extinction de la chaux, 602.

Ferments lactiques (Les doses massives de —) dans le traitement des entérites, 790.
Forces hydrauliques (L'aménagement des —), 341.
Four démontable pour la carbonisation des bois en forêt, 629.

Gazogène (Emploi d'un —) au charbon de bois sur un rouleau compresseur pour l'entretien des routes, 278.
Géographique (La Science —) et son domaine, 561. — Les paysages de la —, 678.
Géologie (La —) de la Chine centrale, 113.
Gisement (Découverte d'un —) pétrolifère à Gabian (Hérault), 25.
Gravures (Les —) préhistoriques de Limeuil, 692.
Graphite (La fusion du —), 757.
Groenland (La découverte du —) par les Normands, 276.
Guadeloupe (Impressions de la —), 663.
Guerre (L'industrie chimique de —) et de paix, 439.

Habitation (L' —) chez les Nègres de l'Afrique centrale, 729.
Haller (Albin), 306.
Hélium (Les combinaisons possibles de l' —), 536.
Histoire des études hydrodynamiques en France, 345.
Houille blanche (L'exposition de la —) à Grenoble, 323. — Le problème financier de la —, 333. — et l'électrification des Chemins de fer, 405.
Houille bleue. Utilisation des vagues, 629.
Hydrogénation (L' —) du charbon, 791.
Hygiène (L' —) et la défense de la Santé publique, 737.

Ilots (Les —) insalubres à Paris, 665.
Incendies (Les —) de forêts, 630.
Indochine (En —). Ports de pêche et défense nationale, 617.
Industrie houillère (L' —). Son développement, ses rapports avec l'industrie électrique, 264, 300.
Installations (Les —) hydro-électriques de l'Autriche, 816.
Instinct (L' —) maternel chez les Araignées, 161.
Institut (Le nouvel —) polytechnique de l'Université de Grenoble, 537.
Isostasie (L' —), 497.

Lois d'actions des Sécrétions internes d'après les recherches sur le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires, 705.
Lumière (La vitesse de la —) et les théories de l'Éther, 135.
Luminescence (La —) du phosphore, 673.
Lune (La —) et les Etres marins, 220.

Madagascar, 755.
Main-d'œuvre (La —) étrangère en France, 463.
Manifestation (Une —) scientifique franco-espagnole à l'Institut, 184.
Maquenne (Léon), 85.
Mécanique (La —) céleste et la Géologie, 236.
Mécanisme (Le —) de la réaction photochimique entre l'hydrogène et le chlore, 790.
Mécanisme (Le —) de l'émission lumineuse, 596.
Microbes (Influence des —) sur la fertilité du sol, 537.
Migrations (Les —) mélanéso-polynésiennes et australiennes en Amérique à l'époque préhistorique, 25.
Milieux troubles solides, 690.
Milne Edwards (Alphonse), 1.
Mois (Le —) mathématique à l'Académie des Sciences, 23, 85, 149, 210, 274, 435, 461, 534, 658, 723, 788.
Moissan (Le chimiste —) et le rendement des laboratoires, 152.
Moteur (Un —) à quatre temps et à quatre points morts. Le moteur Andreau, 564.
Motoculture (La —), 153.

Nécrologies (Camille Flammarion, Charles Vélain, Louis Gentil), 439, (Wilfrid Kilian), 698.
Nouvelles, 26, 58, 89, 117, 154, 186, 214, 250, 279, 310, 441, 464, 501, 540, 567, 668, 696, 730, 758, 791, 814.
Noyau (Le —) de l'atome, 461.
Noyer (Culture et exploitation du —), 748, 780.

Opium (La lutte internationale contre l' —) et les drogues stupéfiantes, 449.
Or (La production de l' —) en 1924, 628.
Organisation (L'—) de la recherche scientifique, 545.
Origines (Les —) de l'hypothèse de la dérive des continents, 113.
Oto-rhino-laryngologie (L'évolution de l' —), 166.

Papier (Le —) de parasolier, 309.
Paléogéographie (La —) du Maroc, 728.
Pétrole (Les recherches de —) en France, 667.
Photographie (Les cent ans de la —), 665.
Physique (La —) solaire et les éclipses, 658.
Poissons (Les —) du Danube et leur pêche, 487, 519.
Potassium (De l'influence du —) sur le cœur explanté, 151.
Production et consommation du Café, 307.
Propagation des explosions, 660.
Propulsion (La —) électrique des navires, 57. — La — des navires par le vent, 757.

Digitized by Google

Pyramide (La grande —) d'Égypte et l'astronomie, 305.
Pyrogénation (La —) préalable des combustibles et l'utilisation du résidu solide ou semi-coke, 684.

Quartz (L'examen du —) aux rayons X, 497.

Radiations (Production de —) électromagnétiques d'extrêmement petites longueurs d'onde, 182. — Le problème de la mesure des —, 769.
Radio-communications (Les —) par ondes courtes, 536.
Radium (L'industrie du —), 524.
Raies (Largeur des — spectrales), 149.
Rajeunissement (La question) du —), 599.
Rayonnement ondulatoire et corpusculaire, 25.
Reboisements en Champagne, par une Société coopérative, 668.
Recherches récentes sur la théorie des quanta, 535.
Redresseurs (Nouvelles applications des —) à mercure, 308.
Reptiles (Les —) Dinosauriens d'après de récentes découvertes, 257.
Réservoirs hydrauliques (Utilisation logique des —) saisonniers, 667.
Réversibilité (Exemples de —) de l'évolution organique, 307.
Rhin (Le —), source d'énergie et voie navigable, 557.
Role (Le —) géologique des Sources thermales, 71.
Rotor (Le —) Flettner, 185.

Salon (Le) de l'Aviation, 18.
Savoie (Les ressources minérales de la —), 663.
Science (La —) et l'industrie en Amérique, 309.
Sciure (La —) de bois, 463.
Scolyte (Le —) du grain de café au Brésil et la production du café dans les colonies françaises, 241.
Scories (L'utilisation des —) et des cendres industrielles, 359.
Sécrétions (Les —) internes, 193.
Sensibilité (La —) des cristaux de galène, 599.
Signaux (Les —) de brume, 803.
Situation (La —) matérielle des Savants, 97.
Soie (La —) artificielle, 212. — L'industrie lyonnaise de la —, 278.
Sols (L'ascension capillaire dans les —), 631.
Sources d'énergie (Généralités sur les —), 325.
Sourcier (Une histoire de —). Souvenirs de vacances : le mystère de la baguette de coudrier, 584.
Sous-station électrique commandée à distance, 212.
Spectres (Sur l'origine des —) de bandes, 690. — Les — de Tesla luminescence, 727. — des rayons gamma des substances radio-actives, 754.
Spectrophotométrie (Recherches sur la —) stellaire, 248.
Spitzberg (Le charbon du —), 757.
Structure (De la —) et de l'Évolution de la matière vivante, 577, 609. — La — des lames minces, 624.
Sulfures de zinc (Les —) phosphorescents, 560.
Supra-conductibilité, 662.

Table internationale des poids atomiques des éléments, 498.
Température (La —) dans les fours rotatifs, 565.
Testaments (L'expertise des —) olographes, 719.
Transmission (La —) de la puissance du moteur aux roues des automobiles, 116.
Transsaharien (Le —), 295.
Turbines (Les —) hydrauliques, 361.

Ultra-filtration (L'), — 437.

Vaccination (Nouvelles expériences de —) des singes contre la tuberculose, 563.
Variation des longueurs d'onde dans les spectres d'émission, 661.
Vent (Variations du —) à courte période, 437.
Vie scientifique universitaire, 27, 59, 90, 119, 154, 186, 214, 250, 280, 312, 442, 464, 502, 540, 567, 632, 668, 697, 731, 760, 792, 815.
Vieux mémoires et nouvelles recherches, 276.
Vignoble (Le —) bordelais, 170.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chronique bibliographique, Publications nouvelles).

Adam. — Les ondes radioélectriques, 634.
Aftalon. — L'industrie textile en France pendant la guerre, 128.
Alayrac. — Mécanique de l'aviation, 637.
Allorge. — Petits poèmes électriques et scientifiques, 255.
American (The —) Museum and the world, 1923, 476.
Annuaire pour 1925 de l'Académie des Sciences de Paris, 30. — Pour l'an 1925, publié par le Bureau des Longitudes, 159.
Audubert. — Les applications usuelles de la Chimie, 287.
Augé. — Nouveau petit Larousse illustré. Dictionnaire encyclopédique, 671.

Bardin. — Le guide du dessinateur-mécanicien, 286.
Baudouin. — Qu'est-ce que la suggestion? 32.
Becquerel (Jean). — Champ de gravitation d'une sphère matérielle et signification physique de la forme de Schwarzschild, 96. — Cours de Physique, T. I., 125. — La radioactivité et les transformations des éléments, 125.
Belot. — L'origine dualiste des Mondes et la structure de notre Univers, 31.
Bergey. — Manuel of determinative bacteriology, 254.
Bertin. — Notes sur les bois de l'Indochine, 703.
Bloch. — L'organisation du travail, 640.
Bordier (Dr H.). — Diathermie et diadiathermothérapie, 800.
Borel. — Principes d'algèbre et d'analyse 222. — Traité du calcul des probabilités et de ses applications, T. I, fasc. I, T. II, fasc. III, 605.
Böttger. — Qualitative analyse und ihre wissenschaftliche begründung, 639.
Bouasse. — Balistique extérieure, 223. — Capillarité. Phénomènes superficiels, 254. — Oscillations électriques, 512.
Bouasse et Carrière. — Interférences 223. — Diffraction, 223.
Bréguet. — Le vol à voile dynamique des oiseaux, 478.
Bruneau de Laborie. — Du Cameroun au Caire par le désert de Lybie, 702.
Buchanan. — General systematic Bacteriology, 799.

Calmette, Nègre et Boquet. — Manuel technique de microbiologie et sérologie, 573.
Camus. — Les arbres, arbustes et arbrisseaux d'ornement, 478.
Cardot. — Le coton en Indochine, 704.
Carracido. — Tratado de quimica biologica, 479.
Cassaigneau. — Monisme vitaliste, 637.
Cellule (La —), 475.

Digitized by Google

CHAILLOUS. — La pratique du graissage, Traité technique, 703.
CHAMPLY. — Ma maison à bon marché, 477.
CHARON. — Lapins, lapereaux et Cie, 640.
CHATELET. — Les groupes abéliens finis et les modules de points entiers, 634.
CHATELET et KAMPÉ DE FÉRIET. — Calcul vectoriel, 222.
CHAUVENET. — Leçons élémentaires de chimie physique, 766.
CHOISNARD. — Introduction à la psychologie comparée, 574.
CLOGNE. — Analyses de Chimie biologique, 820.
COLLARDEAU. — Traité général de stéréoscopie, 96.
CORNET. — Cosmographie et navigation, 480.
COURMONT, LESIEUR et ROCHAIX. — Précis d'hygiène, 800.
CURIE (Mme Pierre). — L'isotopie et les éléments isotopes, 285.

DABOUT (Dr). — Petit dictionnaire de Médecine, 255.
DARRAS. — Statique graphique et résistance des matériaux, 474.
DARTIGUES. — La greffe de revitalisation humaine, 671.
DEWEY. — Comment nous pensons, 575.
DIDE et JUPPONT. — La métaphysique scientifique, 318.
DIFFLOTH. — Zootechnie coloniale. Chevaux, chameaux, moutons et porcs, 288. — Les méthodes modernes en aviculture, 640.
DOURIS. — Guide pratique pour l'analyse du sang, 573.
DUCLAUX. — Les colloïdes, 639.
DUMANOIS. — Moteurs à combustion interne, 285.
DUPONT. — La mécanique nouvelle démontrée par les principes classiques, 572.

EDDINGTON. — Vues générales sur la théorie de la relativité, 511.
ENGLER et PRANTL. — Die naturlichen pflanzenfamilien, 476.
EWING. — Thermodynamique, 284.

FÉLIX. — Leitfossilien aus dem pflanzen und Tierreich in systematischer anordnung, 475.
FLEURY (de). — L'angoisse humaine, 286.
FORD. — Ma vie et mon œuvre, 256.
FREUD. — Psychologie collective, et analyse du moi, 192.
FUNK. — The Vitamines, 127.

GATIN. — Dictionnaire aide-mémoire de botanique, 767.
GAU. — Calculs numériques et graphiques, 606.
GEORGES. — L'automobiliste pratique, 703.

GÉRARD. — Leçons d'électricité, 766.
GIRARD. — Les engrais, 288.
GLEY. — Traité élémentaire de physiologie, T. I., 191.
GOUGIS. — Manuel du Conducteur de machines agricoles, 821.
GOUIN. — Le porc, 608.
GRIFFITHS. — Traité d'analyses industrielles, 31.
GÜELL. — L'espace, la relation et la position, 191.
GUYON. — Essai de métaphysique matérialiste, 607.

HADAMARD. — Cours d'analyse, 606.
HÆDER. — Les moteurs à gaz et les gazogènes, 318, 637.
HANOTAUX. — Histoire de la Nation française, T. XIV et XV, 634.
HASS et HILL. — An introduction to the chemistry of plants products, 475.
HEEDE (Van den). — L'art de bouturer, 479.
HENRY. — The plant alkaloïds, 639.
HITIER (Henri et Joseph). — Les problèmes actuels de l'agriculture, 256.
HOLLISTER. — East african Mammals in the United States National Museum, 160.
HOUILLE (La —) blanche en Indochine, 704.

IOWA geological Survey, 475.

JANET. — Les deux formes de la volonté et de la croyance dans un cas de délire psychasténique, 320. — Les souvenirs irréels, 478. — The relation of the neurose to the psychoses, 480.
JEANS. — Théorie dynamique des gaz, 766.
JOLLEY. — Alternating current rectification, 318.
JOSEPH. — The concept of evolution, 320.
JUILLARD-HARTWANN. — Iconographie des champignons supérieurs, 160.

LACHAUME et BELLAIR. — Les Rosiers, 287.
LAFAY. — Notations et formules vectorielles, 572.
LAGARDE. — Qui peut distiller? Dans quelles conditions? 608.
LAREN (S. B. Mc). — Scientific papers manily on electro-dynamics and natural radiation, 799.
LAUNAY (de). — La Terre, sa structure et son passé, 477.
LAURIN. — L'école rurale et la profession agricole, 639.
LAUMONIER. — Le freudisme, 636.
LEBRUN. — La soudure électrique à l'arc, 479.
LE CHATELIER (Henry). — Science et industrie, 575.
LEDERLIN. — Blanchiment, teinture, impressions, apprêts, 32.
LE GRAND. — Une plaine de Culture au Maroc, 703.
LÉVI-CIVITA. — Lezioni di calcolo differenziale assoluto, 606.
LEWKOWITSCH. — Chemical technology and analysis of oils, fats and waxes, 479.
LOISEL. — Le melon et le concombre, 608.
LYMAN. — L'ultra-violet, 96.

MACHEFEL. — La vérité sur la protection douanière agricole, 640.
MAILLART. — L'enseignement supérieur, 638.
MAIRE. — Bibliographie générale des œuvres de Blaise Pascal, T. I, 319.
MANUEL du breveté mécanicien, 477.
MARCOTTE. — La lumière intensive. Phares et projecteurs, 704.
MARIZIS. — Manuel juridique des Travaux publics, 638.
MARRET. — Les fleurs des montagnes, 287.
MARTINDALE (W. Harrison) et WESTCOTT (Wyn). — The extra-pharmacopœla, 126.
MARTINET (Dr). — Energétique clinique, 543.
MASSE. — La production des richesses, 319.
MATAGRIN. — L'industrie des produits chimiques et ses travailleurs, 703.
MEUNIER. — Chimie des colloïdes et applications industrielles, 474.
MILLOT. — Théorie nouvelle de la probabilité des causes, 605.
MOLLIARD. — Nutrition de la plante. Cycle de l'azote, 574.
MONIER, CHESNAY et ROUX. — Traité théorique et pratique des fraudes et falsifications, 544.
MONMERQUÉ. — L'index économique électrique, 287.
MONTEIL. — L'astre méconnu. Notre Terre, 64, 223.
MOUREU. — Notions fondamentales de chimie organique, 160.
MOUSSU. — Élevage et maladies du chien, 288.

NICEFORO. — La méthode statistique et ses applications aux sciences naturelles, aux sciences sociales et à l'art, 285.
NIEWENGLOVOSKI. — Les rayons X et le radium, 285.
NORDMANN. — Notre maître le Temps, 126.
NUSBAUMER. — L'organisation scientifique des usines, 477.

Digitized by Google

Ollivier. — Travaux pratiques de physique générale, 63.
Onslow. — Pratical plant biochemistry, 255.
Osborne. — The vegetable proteins, 475.
Ottenheimer. — Balistique extérieure, 223.
Ouvrages récemment parus, 32, 64, 96, 128, 192, 224, 256, 288, 320, 448, 512, 576, 608, 704, 736, 768, 821.

Pacotte. — La pensée mathématique contemporaine, 736.
Paulin. — Cameroun-Togo, 476. — Madagascar, 476.
Pécheux (H.). — Lampes, tubes et valves électriques, 799.
Perès, voir Volterra.
Perrier. — Lamarck, 607.
Picard. — Mélanges de mathématiques et de physique, 765.
Piéron. — L'année psychologique, 574.
Pierre. — Faune de France. V. Diptères; Turpulidæ, 478.
Piron. — Histoire des doctrines économiques en France, 702.
Poète. — Pour connaître Paris. Comment s'est formé Paris, 702.
Porchet. — L'électricité à la campagne, 127.
Poucher. — Perfumes and cosmetics, 287.

Quemper de Lanascol. — La géométrie du compas, 606.

Rabaté. — La taille des arbres fruitiers de plein vent, 288.
Rabeau et Laurens. — Les submersibles, 637.
Rapports et discussions publiés par la Commission administrative de l'Institut et MM. les Secrétaires du Conseil sur Cinq questions d'actualité, 705.
Rea (Carleton). — British basidiomycetœ, 255.
Reboul. — Mobilisation industrielle, T. I, 479.
Ricard. — Les fastes de l'agriculture, 821.
Rousset. — Comment les industriels économisent la main-d'œuvre, 477.
Roule. — Les poissons des eaux douces de la France, 671.
Roszak. — Études sur la chaleur, 476.
Roux. — Traité de la fraude dans les ventes des marchandises, 638.
Rouziers (Paul de). — Les grandes industries modernes, 127. — La Métallurgie, 477. — Les grandes industries modernes, T. III, 640.

Sadtler, Lathrop et Ainsworth Mitchell. — Allen's commercial organic analysis, 573.
Sauzède. — Comment l'agriculteur peut vérifier sa feuille d'impôts sur les revenus, 608.
Schils. — Installations téléphoniques, 638.
Schrenck-Notzig. — Les phénomènes physiques de la médiumnité, 512.
Sée. — La France économique et sociale au XVIIIe siècle, 702.
Sibille. — Le peuplier, 608.
Smits (Dr A.). — La théorie de l'allotropie, 126.
Strohl. — La conductibilité électrique du corps humain, 766.

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie, 512.
Taylor. — A treatise on physical chemistry, 607.
Turin. — La chaufferie moderne. Les foyers de chaudières, 543.

Urbain. — Notions fondamentales d'élément chimique et d'atome, 572.

Vallaux. — Les sciences géographiques, 576.
Varin d'Ainvelle. — L'origine tourbillonnaire de l'atome, 479.
Verriest. — Cours de mathématiques générales, 2e partie, 606.
Vèzes. — Résines et térébenthines. Les industries dérivées, 702.
Vilar. — La gamme majeure des physiciens aux musiciens, 31.
Villat. — Mémorial des sciences mathématiques, 572.
Voitellier. — Aviculture, les races de volailles, 640.
Volterra et Perès. — Leçons sur la composition et sur les fonctions permutables, 222.

Washburn. — Introduction aux principes de la chimie physique du point de vue de l'atomistique et de thermodynamique modernes, 767.
Wells. — Chemistry of tuberculosis, 574.
Wittels. — Freud, l'homme, la doctrine, l'école, 768.

Zwaardemaker. — L'odorat, 671.

IV. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS CITÉS (Académie des Sciences).

Abelous, 216.
Abraham (H.), 316.
Manasiéwa (Mlle), 511.
Agafonoff (V.), 603, 605.
Akimoff (M.), 633.
Alayrac (A.), 120, 157.
Alquier, 508.
Amar (J.), 156, 219, 467, 633, 798.
Anargyros (Mlle), 701.
Andrade (J.), 283, 470, 570.
André (G.), 253, 603, 633, 762.
Andreau, 120.
Andreoly (G.), 159.
Angelesco, 62, 157.
Ansan (R. d'), 670.
Anthony (R.), 765.
Appell (P.), 216.
Arabu (N.), 632, 700.
Arcelin (F.), 29.
Argaud (R.), 159, 216.
Arloing (F.), 798.
Arnulf (A.), 314.
Aron (M.), 795.
Arsonval (d'), 467, 735.
Asselin (Mlle), 508.
Athanasiu, 188, 542, 733, 760.
Audubert (R.), 158, 468.
Aubel (E.), 284, 472, 760.
Aubusson de Cavarlay, 217.
Aufrère (L.), 221.
Auger (P.), 63, 470, 504.
Auger (V.), 124, 467, 763.
Auguet (A.), 444.
Auméras, 571.
Avel (M.), 221.
Aynaud, 511.
Azambrya (d'), 62, 121.

Bache-Wüg (Mlle), 122.
Bachrach, 93, 508.
Baldet (F.), 121, 217, 313, 634.
Baldit (A.), 252, 443.
Banach (S.), 468.
Barbaud (A.), 124.
Barbaudy (J.), 504, 818.
Bardet (J.), 504.
Barillon, 219.
Barrabé (L.), 218.
Barthellier, 511.
Barthoux (J.), 121.
Bathellier (J.), 569.
Bataillon (E.), 700, 733.
Baticle (E.), 732.
Batuecas, 504, 510.
Bayen, 62.
Bayeux (R.), 470.
Bayle (Ed.), 189.
Beauchamp (L.), 761.
Beaulard de Lenaizan, 94.
Beauverie (J.), 472.
Becquerel (P.), 797.
Becquerel (J.), 816.
Bedos 122,215, 568, 819.
Bedreag, 189.
Behal, 762.
Belaevsky (de), 156.
Belot (E.), 92, 281, 817.
Bélus (R.), 252.
Bengtsson (E.), 121.
Benoist (J.), 469.
Bérenger (Mlle), 503.
Berget (A.), 190.
Bert (L.), 736, 446.
Berthelot (A.), 123.
Bertrand (G.), 61, 444, 508.
Besicovitch (A.-S.), 700.
Besnerais, 187.
Bessnozoff, 569.
Besson (L.), 316.
Bétancès (L.-M), 472, 762.
Bezssonoff, 222.
Bierry (H.), 215, 467.
Bigourdan (G.), 121, 124, 316, 502, 506, 509, 541.
Bigot (A.), 121, 190, 315.
Binet (L.), 701.
Biquard (R.), 60.
Bischoff, 817.
Blaise (E.), 317, 471, 568.
Blanc (L.), 121.

Digitized by Google

Blanchetière (A.), 508.
Blaringhem (L.), 95, 124, 797.
Bloch (A.), 62, 604.
Bloch (Léon et Eugène), 28, 92, 470.
Bloch (Mlle), 121.
Blondel (André), 60, 124, 217, 251, 603, 633, 669, 732, 818.
Blum (Léon), 61, 216, 222, 315.
Boccardi (J.), 468.
Bochner (S.), 283.
Bodin (E.), 470.
Bogitch (B.), 764.
Bohn (P.-R.), 568, 765.
Bohr (H.), 189, 795.
Bois (Ch.), 507.
Bonne (Mlle), 190, 570.
Bonnet (P.), 122.
Bonnet (R.), 157, 284, 507, 508, 765.
Bonygues (H.), 469.
Bordas, 605, 735.
Bordier (H.), 159.
Borrel (A.), 62.
Bortolotti, 94.
Bougault (J.), 504, 603.
Bouligand (G.), 506, 794.
Bourdelle (E.), 159, 216, 569.
Bourguel (M.), 471.
Bourguignon (G.), 94, 123, 569.
Bourion (E.), 467.
Bourret (R.), 471, 794,
Boutaric (A.), 316, 473, 734, 818.
Bréguet (L.), 506.
Brennen (H.), 121.
Bridel (M.), 124, 218. 253, 313, 444, 474, 735, 819.
Brillouin (Marcel), 60, 251, 314.
Briner (E.), 466.
Broca (A.), 158.
Broglie (L. de), 157, 445.
Broglie (M. de), 94.
Bruhat (G.), 251, 542.
Brun (P.), 470.
Bruno (A.), 444
Brus (G.), 446.
Brutzkus (M.), 94, 156.
Buen (R. de), 92.
Buisson (H.), 157.
Bugnon (P.), 190, 253, 284.
Bunau Varilla (F.), 467.
Bureau (R.), 158, 282, 510.
Burnet (Et.), 509.

Cabannes (J.), 605.
Cabrera (B.), 190.
Cahen (A.), 505.
Calichiopulo, 94.
Calmette (A.), 735.
Camichel (C.), 92, 466.
Camus (Mlle A.), 603, 760.
Camus (J.), 94.
Canal (H.), 762.
Cappe de Baillon, 317, 472, 733.
Cardot (H.), 93, 508.
Caridroit, 509.
Carlston (F.), 60.
Carrière (E.), 28.
Caspar (Mlle), 124.
Castagné (R.), 158.
Cathala (J.), 124.
Caulaert (Van), 61.
Cauquil (Mlle), 313, 568.
Cayeux (L.), 218, 317, 446, 469, 505.
Cayrel (J.), 470.
Cerighelli (R.), 795.
Chaine (J.), 123.
Chambaud, 818.
Champy (Ch.), 569.
Charles (Mlle), 508.
Charronnat (R.), 315.
Chassevent (L.), 252.
Chauchard, 568.
Chaudron (G.), 121, 314, 446, 734.
Chaudun (A.), 60.
Charaux (C.), 124, 218, 313, 444, 471, 819.
Charonnat, 817.
Charriou (A.), 95.
Châtellier, 472.
Chatton (E.), 95, 123, 283.
Chevalier (Aug.), 447.
Chevalier (J.), 795, 818.
Chevenard (P.), 446, 504, 509, 794, 796.
Chéneveau (C.), 92, 156, 281, 761.
Chenu (A.), 60.
Cheymol (J.), 124, 760.
Chilowsky (C.), 761.
Chofardet (P.), 121, 281, 502.
Chokhatte, 634.
Chouchak, 568.
Choux (P.), 541.
Claude (G.), 220.
Clerget (P.), 219.
Cluzet (J.), 61, 467, 818.
Coijic (J.), 188, 215.
Cojan (J.), 251.
Colin (H.), 60, 188, 283, 568.
Collignon (M.), 60.
Collinet (M.), 507.
Collingwood (E. F.), 816.
Colson (A.), 28.
Combes (R.), 508, 568.
Conseil (B.), 701.
Contremoulins (G.), 448.
Copaux (H.), 736.
Cordier (Mlle), 633.
Cornubert, 507, 568.
Costa (J.-L.), 468, 734.
Costantin (J.), 472, 733, 734, 764.
Couder (A.), 91, 220.
Coulon (de), 569.
Coupin (H.), 190
Coupin (Mlle), 218.
Courjon (R.), 471.
Cournot (J.), 763.
Courtot (C.), 122, 468.
Couturier (F.), 444.
Couturier (H.), 317
Coyecque (M.), 60, 282.
Creanga (Mlle), 604.
Critikos, 819.
Croze (F.), 60, 121, 156.
Curie (Mme), 95.
Curie (Mlle I.), 217, 446, 510.

Dangeard (P.), 122.
Daniel (L.), 445, 669.
Damblanc (L.), 283.
Damiens (A.), 473, 819.
Daponte, 511.
Darmois (E.), 220.
Daure (P.), 507.
Dauvillier (A.), 604, 761.
Dauzère (C.), 156.
Davy de Virville (A.), 124, 505, 570.
Dedebant, 571.
Defourneaux (F.), 155.
Dehorne (A.), 30, 123, 445, 701, 735.
Dejean (Mlle), 94.
Delaby (R.), 315, 444, 794.
Delaplace (R.), 506.
Delaunay (E.), 468
Delauney (P.), 95.
Delaval, 505.
Delaville (M.), 61, 216, 222, 315.
Delbart, 220, 504, 797.
Delcambre (E.), 189, 506.
Delépine, 817.
Demay (A.), 764, 797.
Demolon (A.), 215, 447, 764.
Demoussy (E.), 253, 317, 446.
Denigès (G.), 158, 471.
Depéret (Ch.), 28, 29.
Derville (H.), 313.
Descours-Desacres, 217.
Desgrez (A.), 215, 220, 467, 797.
Deslandres (H.), 445, 506, 604, 700, 761.
Dévé (C.), 468.
Diaz de Barros, 794.
Dickson (L. E.), 816.
Diénert (F.), 314, 569.
Dognon (A.), 191.
Dombrowsky (S.), 466, 474.
Doulcer (de), 504.
Dorier (P.-Ch.), 736.
Dosios, 63, 315.
Dubar (J.), 159. 216
Dubar (G.), 95.
Dubief (J.), 283.
Duboin (A.), 634.
Dubois (R.), 253.
Duboscq (O.), 157.
Duclaux (J.), 762.
Ducloux (E.), 633.
Dufay (J.), 94, 605, 700
Dufour (A.), 503, 700.
Dufourt (A.), 798.
Dufraisse (Ch.), 504.
Dugas (R.), 316.
Dumanois (P.), 443, 509.
Dumas (J.), 571.
Dumoulin (J.-M.), 315.
Duparc (L.), 471.
Durand (J.-F.), 158
Duval (M.), 61.
Drzewina (Mme), 765.

Eblé (L.), 94, 282.
Eberhardt, 795.
Emberger (L.), 633, 817.
Ephrussi (B.), 216.
Errera, 507, 736.
Escande (L.), 60, 92, 316, 604.
Esclangon (E.), 120, 444, 761.
Escourrou (R.), 504.
Espine (J. d'), 94, 443, 510.
Estanave (E.), 314
Eydoux, 466, 541.
Eyrand (H.), 92, 281, 314.

Fabre (René), 63, 189, 221, 701, 762.
Fatou (P.), 123, 818.
Foëx (G.), 220, 503, 761.
Fage (L.), 317, 508, 762.
Faillie (R.), 542.
Faivret (Th.), 188, 797.
Faucher (D.), 633.
Fauré-Frémiet (E.), 125, 189, 469, 761.
Fayet (G.), 506.
Fernbach, 818.
Ferrié (G.), 283.
Ferrier (R.), 155, 187.
Fichor (E.), 794
Fischer (Ed.), 315.
Fischer (P.-H.), 317.
Fischer (R.-A.), 542.
Foley (H.), 254.
Forcrand (de), 510.
Forestier (H.), 314, 734.
Forrer (R.), 314, 443.
Fosse (R.), 604.
Fourneau (E.), 762.
Fournier (E.), 93.
Fournier (F.-E.), 445, 700.
Fournier (G.), 446, 734, 816.
Fournier (J.), 121.
Fournier (L.), 505, 820.
François-Dainville, 605.
François-Perey (Mme), 122.
Fréchet (M.), 155, 216, 472, 571.
Frérejacque, 313.
Freundlet (P.), 29.
Fric (R.), 190.
Friedel (Ed.), 121.
Fromageot (C.), 28.
Fromageot (J.), 760, 762
Frossard (H.-J.), 188
Furon (R.), 796.

Gabriel (J.), 509, 570.
Gabriel (Mme), 797.
Galerkin (B.), 28, 472, 670.
Gambier (B.), 92, 120, 219, 312, 466, 472, 509.
Garabedian (Carl), 120, 633.
Garnier (J.), 94.
Garreau (Mlle), 252.
Gaubert, 124, 473, 817
Gautier (E.-F.), 313.
Gaver (Van), 508.
Geoffroy (R.), 468.
Georgalas (G.), 701.
Germay (R.-H.), 189, 466, 505, 571, 700.
Gessard (C.), 222, 818.
Gex (Mlle), 92, 376, 734.
Giaja, 818.
Gibault (G.), 503.
Gigoraki (L.), 29.
Girard (A.), 125, 502, 762.
Girard (G.), 736.
Girard (R.), 571.
Giraud (G.), 155, 187
Glangeaud (L.), 218, 603.
Gléditsch (Mlle), 468
Goby (P.), 214.
Godchot (M.), 122, 150, 215, 819.
Goldsmith, 62.
Gorceix (Ch.), 93.
Gorini (C.), 62, 795.
Goris (A.), 221, 283, 315, 445.
Gossot, 251.
Gournay (J.-J.), 94.
Goursat (G.), 316.
Gouton (L.), 189.
Gracanin (M.), 570.

Digitized by Google

Graire (A.), 122, 570.
Grammont (A. de), 60.
Grandchamp (L.), 819.
Grandadam, 63, 220, 467.
Grandgérard (R.), 314.
Grandsire (A.), 188, 568
Grassé (P.), 157, 191. 733.
Graves (L.-M.), 470
Grignard (V.), 61, 504, 762.
Grimberg (A.), 509
Grosjean (J.), 63.
Grumbach (A.), 281, 602.
Gruvel (A.), 190, 701, 733.
Guérin (Paul), 61, 218.
Gueylard (Mlle), 505.
Guichard (F.), 633.
Guilbert (G.), 217.
Guillet (L.), 124, 316, 763, 794.
Guillaume (J.), 60, 121, 216.
Guilliermond (A.), 95, 221, 762.
Guittonneau (G.), 282, 447, 604.
Gunther, 763.
Gutton (C.), 503, 603.
Guye (C.-E.), 314.

Haag (J.), 28, 63, 123, 472, 502.
Haegelen, 633.
Hackspill, 63, 220.
Haldane (J.-B.), 123.
Haller (A.), 220, 468, 473, 507, 568.
Hamet (R.), 444, 509.
Hamy (M.), 189, 445.
Hanot (Mlle), 62.
Hasse (de), 816.
Hazard (R.), 735, 819.
Hédon (E.), 159.
Hée (Mme), 157, 604, 765.
Heilmann (R.), 471, 568.
Heim (R.), 797.
Heinrich (W.-W.), 62.
Helbronner (P.), 794.
Helfer (L.), 603.
Henderson (L.-J.), 508.
Henri (V.), 507, 736.
Henrijean (F.), 470, 762.
Henriot (E.), 189, 443.
Henry (A.), 191.
Hérissey (H.), 29, 124, 468, 760.
Hermann (F.), 282, 446.
Herpin (R.), 30, 219.
Herrera (L.), 159.
Hérubel (M.), 511.
Heyrovsky (J.), 468.
Hieulle (A.), 604.
Hobbs (W.-H.), 604.
Hœnigs (G.), 189.
Hœnni, 817.
Holweck (F.), 121, 190.
Hosselet (C.), 125,
Hostinsky, 313.
Hovasse (R.), 571.
Huart (D'), 466.
Hubert (H.), 220, 282, 701.
Hugues (R.), 507.
Hugonnenq, 569.
Huguenard (E.), 217, 443, 502.
Humbert (P.), 214.
Husson (R.), 469, 669.

Ikenti, 314.
Imbeaux (E.), 510.
Ipatief (V.-N.), 797.
Itié (J.), 94.
Ivanoff (E.), 633.

Jacquot, 819.
Jacquet (Ch.), 220.
Jaloustre (L.), 30, 159, 313.
Jarry-Desloges, 187.
Jasse (Mlle), 281.
Jausseran (C.), 157
Jean (M.), 474.
Jeannel (R.), 221, 313, 474.
Jeantet (P.), 762.
Jekhowsky (B.), 468.
Jellinck (St.), 820.
Job (P.), 220, 282, 504.
Jodot (P.), 158.
Jolibois (P.), 510, 762.
Jonesco (H.), 446.
Jouaust (R.), 62, 283.
Jouguet (E.), 736, 763.
Joyet-Lavergne, 123, 219, 254.
Julia (G.), 187, 214, 314, 383.
Jumelle (H.), 570.
Jung (J.), 218.

Kahn (T.), 469.
Kampé de Fériet, 761.
Karantassis (T.), 763.
Kayser (Ch.), 472, 505, 569, 603.
Kempisty (H.), 189, 216, 251.
Kerforne (F.), 315.
Kermorgant (J.), 316.
Kiliane (W.), 63.
Kirrmann (A.), 763.
Kleitman (N.), 125.
Kœhler (R.), 467.
Kofman, 61.
Kohn-Abrest, 30.
Kolmogoroft (A.), 92, 123.
Kolossoff, 509, 633
Kopaczewski (W.), 30, 603.
Kostytschew, 511.
Kovanko (A.), 219, 670, 795.
Kryloff, 542.
Kténas, 670, 734, 819.
Kuhner (R.), 157, 568.

Labbé (H.), 30, 284, 445, 469, 474.
Labriet (A.), 469, 669.
Lacoste (J.), 507, 604.
Lacroix (A.), 93, 158, 507, 796, 819
Lafay (A.), 214, 313, 503.
Laffay (J.), 217.
Lafitte, 28
Lafontaine (G.-H.), 507.
Lafontaine (Mlle), 124.
Lagatu (H.), 284.
Lagrange (R.), 189, 541.
Lagrave (R.), 252.
Laissus (J.), 507.
Lallemand (Ch.), 60.
Lamarre (Pierre), 29.
Lambert (P.), 220
Lamy (R.), 736.
Lapicque (M. et Mme), 253.
Lapparent (J. de), 469, 473.
Larday, 466.
La Rosa, 470.
Lasareff (P.), 447, 472, 733.
Lassieur (M. et Mme), 158.
Laszlo (H. de), 94.
Lattès (Mme), 252, 443, 816.
Laude, 568.
Laura (E.), 794.
Laurent, 735.
Lautz (R.), 317, 446.
Lavagna (F.), 30, 284.
Lavialle (P.), 283, 467, 508.
Lavrentieff, 92.
Lebailly (Ch.), 670.
Lebeau (P.), 28, 473, 819.
Le Besnerais (M.), 155.
Leblois (Ch.), 191.
Le Breton (Mlle), 472, 603.
Lecomte (H.), 797.
Lecomte (J.), 217, 445.
Le Conte (P.), 313.
Lecomte du Noüy, 466.
Lecornu (L.), 63, 470, 816.
Leduc (A.), 157.
Leduc (Mlle), 446
Lefay (P.), 763, 816.
Legagneur (S.), 220.
Légaut, 214.
Legendre (R.), 317, 447, 508, 670.
Léger (L.), 61, 798.
Le Guyon (R.-F.), 798.
Leide (A.), 313.
Lelièvre (Mlle), 159.
Lemarchand, 215.
Lematte (L.), 761.
Lemay (P.), 30, 159.
Lémeray, 219.
Lemoigne, 447.
Le Morvan (C.), 283.
Lenoir (M.), 93.
Lenormand (Ch.), 156.
Lepape (A.), 542.
Le Prieur, 312.
Lerberg (G. van), 816.
Le Roux (J.), 220, 445.
Le Roy, 315.
Leroy (Mlle), 120.
Lesage (P.), 218, 467.
Lescœur (L.), 215.
Lesne (P.), 221.
Lespieau, 60, 156, 190, 317, 736.
Leulier (A.), 63, 470, 701.
Levaditi (C.), 125, 284, 505, 569.
Lévy (R.), 764.
Lévy (Mlle), 252.
Liana (F.), 187.
Liatsikas (N.), 701.
Linden (Van der), 470.
Lindet (L.), 447.
Liouville, 251.
Lipschütz (A.), 61, 541.
Liquier (Mlle), 503.
Lisbonne, 191.
Litardière (de), 471.
Locquin (R.), 471, 568.
Lœwinson-Lessing, 220.
Loiseleur (J.), 569.
Lomholt (S.), 798
Lomnicki (A.), 60.
Longchambon (L.), 473, 761.
Lote (P.), 252.
Lowry, 818.
Lucas (R.), 510.
Luce (E.), 93
Lugeon (M.), 29, 95, 122, 188.
Lubimenko (V.), 795.
Lumière (A.), 219, 317, 471, 473.
Luna (de), 762.
Lusin (N.), 316, 466, 472, 542, 604.
Lutz (L.), 158, 216, 253.
Lwoff (A.), 95, 123.
Lyot (B.), 468.

Mâchebœuf, 444, 508.
Magnan (A.), 217, 502.
Maige (A.), 29, 218, 445.
Maignon (F.), 511.
Mailhe (A.), 282, 764.
Maillard, 820.
Malaquin (A.), 61, 123, 219.
Malet (H.), 155.
Malichef (Mlle), 603, 605.
Mallemann (de), 445, 542, 604, 670.
Mandelbroit, 189.
Mangenot (G.), 93.
Manière (Mme), 473, 818.
Maracneann (Mlle), 795.
Marcelin, 506.
Marchal (Mlle), 796, 817.
Marchoux (E.), 189.
Mariolopoulos, 62.
Marmasse (P.), 28, 473.
Marquis (Mlle), 444.
Marsat (A.), 157.
Martonne (de), 221.
Mathias (E.), 251.
Matignon (C.), 736, 817.
Maubert (A.), 159, 313.
Maume (L.), 284.
Maurain (Ch.), 503.
Maurel (L.), 252.
May (R.), 159, 253.
Mayet (L.), 29.
Mayer (A.), 568, 819.
Mazé (P.), 122, 469.
Mellet, 817.
Mestrezat (W.), 252, 314.
Ménager (Mlle), 159.
Menchoff (D.), 506.
Menier (L.), 732.
Mentré (P.), 443, 734.
Mercier, 216, 735, 818.
Métalnikov (S.), 701.
Métrin (M.), 221, 283, 315, 445.
Metz (A.), 157, 472.
Meunier (L.), 507.
Michaux (Mlle), 253.
Michel (A.), 253.
Michel (P.), 63, 470.
Michel-Lévy (A.), 124.
Mirande (M.), 471.
Mitkewitch, 220.
Moens (R.), 189.
Mohr (J.-M.), 443.
Mollaret, 820.
Molliard (M.), 446.
Monceaux (R.), 469.
Mondain-Monval, 510.
Mondain (P.), 221.
Montagne (Mlle), 317, 471.
Montel, 28.
Moog (R.), 797.
Morand (Max), 735.
Mordouhay-Boltovskoy, 94.
Morel (G.), 444.
Motte (J.), 762, 797.
Mouret (G.), 29, 61.
Moureu (Ch.), 188, 252.
Moureu (H.), 504.
Mouriquand (G.), 63, 470, 701.

Digitized by Google

Muller (Mne), 62.
Munerati (O.), 284.
Murakami (J.), 469.
Muttelet (C.-F.), 122.
Myrberg (P.-J.), 287, 670.

Nageotte (J.), 216, 221, 505.
Naville (A.), 797.
Nechvile, 634.
Nemec (A.), 444, 471, 570.
Neuville (V.), 571.
Nevanlinna (R.), 542, 669.
Nicloux (Maurice), 29, 61, 471, 505, 798.
Nicolas (E. et G.), 218, 315.
Nicolau (S.), 284, 570.
Nicolle (Ch.), 632.
Nikitine (B.), 764.
Niklibore, 251.
Nordmann (C.), 283.
Nodon (A.), 60.
Noguès (C.), 470.
Noirel (H.), 468.

Obrechkoff (N.), 633.
Offner (J.), 797.
Ollat (L.), 470.
Onnes (K.), 282, 816.
Orcel (J.), 217, 468, 796.
Orekhoff, 63.
Orlof (J.), 797.
Oxner, 156, 764.

Paillot (A.), 283, 472, 605, 670.
Panisset (L.), 316.
Parat (M.), 283.
Pariselle, 473, 568.
Parvulesco (C.), 763, 816.
Pascal (P.), 190, 466, 473.
Patart (G.), 92.
Pauthenier (M.), 251, 473, 542.
Peczalski (T.), 473, 732.
Pélabon (H.), 93, 446.
Pellegrin, 159, 701, 817.
Penau (H.), 191.
Pérard (A.), 62.
Pérard (Ch.), 30.
Pérot (A.), 92, 507.
Pernot (Mlle), 215.
Perpérot, 763.
Perrakis (N.), 188.
Perreau (Mlle), 316, 734.
Perrette (Mlle), 466.
Perrin (F.), 188, 470, 734, 761.
Péry (C.), 761.
Peschard, 473, 542, 816.
Petit (A.), 794.
Petit (P.), 603, 761.
Petitcolas (P.), 122.
Petitjean (L.), 188, 701.
Pettinari (V.), 93, 123.
Phisalix (Mme), 157.
Picard (E.), 251.
Picard (P.), 474.
Pichard (G.), 252, 734.
Picon 734.
Pictet (A.), 468, 603.
Piéron (H.), 125, 157, 764, 798.
Pierret (E.), 503, 603.
Piettre (M.), 189, 795.
Pina de Rubies, 445, 542
Pinoy (P.-E.), 122.
Pinto (L.), 797.
Piveteau (J.), 93, 158, 764.
Planiol (R.), 316, 502, 506.
Plantefol, 568, 819.
Plotz (H.), 94.
Poisson (R.), 216, 765
Policart (A.), 670.
Polonowski (Max et Michel), 63, 315, 471, 818.
Pomey (L.), 187, 214, 281, 506.
Popesco (C.-T.), 633, 733.
Popovici (Mlle), 568.
Porchet (Ch.), 447, 472.
Portevin (A.), 124, 446, 794, 796.
Potel (E.), 669.
Pottvin (H.), 542.
Pouget, 568, 819.
Prévost (C.), 317, 473.
Prévost (O.), 190.
Prothais (F.), 252.
Pruvot-Fol, 511.

Quidor (A.), 511.
Quintin (Mlle), 158.

Rabaté (H.), 468.
Rabiouchinsky, 818.
Ragnar Frish, 604.
Raguin (E.), 795.
Rainich (G.-Y), 216.
Raychman (A.), 570.
Ramon (G.), 123, 569, 571.
Randoin (Mme), 317, 253. 508.
Rapkine, 701.
Rateau, 219.
Rathery (F.), 467.
Rauson (G.), 93.
Ravaz (L.), 122.
Reboul (G.), 220, 470.
Réchon (G.), 282.
Reenstierna (M.-J.), 798.
Reiss, 819.
Remoundos (G.-J.), 732.
Ribaud (G.), 470.
Ricaud (M.), 60, 92, 316.
Richard (J.), 156, 761, 764.
Richet - (Charles), 93, 156, 469, 508, 764.
Riety (L.), 506.
Riquier, 734.
Risbec, 733.
Risler (J.), 221, 796.
Ritchey (G.-W.), 571.
Rivière (G.), 252, 734.
Robineau, 448.
Rocard (Y.), 62, 571, 604.
Rochaix, 61.
Roche (J.), 95, 157, 505, 798.
Rochon-Duvigneaud, 159, 216, 569.
Roffo (A.-F.), 95, 447.
Roger (L.), 156.
Roger (Max), 63.
Rollet (A.-P.), 60, 507.
Rollet de l'Isle, 507.
Rosenblatt (A.), 669.
Rosenblum (S.), 316.
Rosset, 215.
Rothé (E.), 507, 570, 604.
Roudaire-Miégeville, 542.
Rougebief, 254.
Rougetet (E.), 633.
Rougier (G.), 502.
Rousseau (G.), 542.
Roussel (A.), 157, 443, 734.
Rouyer, 504.
Roy (M.), 92, 735.
Royer, 60, 92.
Royer (L.), 503, 507.
Russo, 817.

Saïd Bilal, 571.
Saidman (Jean), 30, 191.
Saint-Rat (L. de), 188.
Saks (S.), 62.
Salabartan (J.), 472.
Salauze (J.), 190.
Salet, 189.
Salles (E.), 503, 796.
Salmon-Legagneur, 468.
Samec, 733, 735.
Samsoen (M.), 669.
Sparre (de), 468, 763.
Savard (J.), 61, 762.
Savornin (J.), 158, 218, 282, 313.
Sauvageau (C.), 29, 61, 447, 469, 505, 605, 817.
Sayn (G.), 63.
Scherrer (W.), 603.
Schoep (A.), 700.
Schokalsky, 764.
Schwartz (A.), 505.
Séguy (E.), 795.
Senderens (J.-B.), 217, 794.
Séguier (de), 818.
Seguin (A.), 735.
Seigle (J.), 542.
Sergesco (P.), 795.
Serres (Mlle), 794.
Seurat (G.), 29.
Sève (P.), 503.
Shaxby, 94.
Semichon (L.), 315.
Simon (Cl.), 448.
Simon (L.-J), 190, 217, 284, 444, 817.
Simonnet (H.), 191.
Singh (B. K.), 818.
Smolik, 471.
Solà (Comas), 189, 283.
Sommelet (M.), 63.
Soubottine, 470.
Souèges (R.), 221, 444, 505, 735.
Soula, 216, 735.
Stassano (Henri), 30.
Stefanescu (Saba), 29.
Stepanoff, 542.
Stechkine, 466.
Sudria (J.), 123, 816.
Szilard (B.), 156, 187.
Szuman (J.-G.), 603.

Tabesse (E.), 124.
Talon (A.), 62.
Tanaka (M.), 570.
Teissier (M. et Mme), 735.
Thibaud, 817.
Thiry, 28.
Thomas (V.), 571.
Tilho (J.), 314, 764.
Terroine (E.-F.), 95, 219, 253, 284, 508, 765.
Toporescu (E.), 763.
Touplain, 735.
Tourneux, 215
Thibaud (J.), 92, 94, 284.
Thoulet (J.), 217, 760.
Tian (A.), 503.
Toussaint (C.), 504.
Trautmann (Mlle), 508.
Triandafil (S.), 215.
Trillat (J.-J.), 121, 316, 445, 473, 734.
Tronchet (A.), 473, 541.
Truffaut (G.), 569.
Tsatsas, 315.

Urbain (E.), 63.
Urbain (G.), 121.
Urbain (P. et G.), 444.
Urysohn (P.), 216.

Vaillant (P.), 94, 818.
Valentin (J.), 63.
Valiron (G.), 187, 502, 795
Vaney (C.), 467.
Varon (G.), 570.
Vaudel (A.), 467.
Vautier (Th.), 502, 570
Vayssière (A.), 733.
Végard (L.), 282.
Veil (Mlle S.), 95.
Vellinger (E.), 156.
Verge (G.), 122, 316.
Vernadsky, 508.
Vernotte (P.), 281.
Véronnet (A.), 794.
Villard, 28.
Villeneuve, 818.
Villey (J.), 281.
Vilon (E.), 28.
Vincent (H.), 122, 157, 158, 282, 468.
Violle (H.), 188.
Viret, 633.
Vivario (R.), 220.
Vlès (F.), 92, 156, 188, 215, 316, 569, 734.
Voitesti (L.-P.), 282.
Volmar, 284, 732.
Vuillemin (P.), 63, 93

Waché (X.), 446.
Wahl (A.), 188, 317, 446, 797.
Walsh (J.-L.), 505.
Wandenbuicke, 158.
Weber (A.), 510.
Wegmann (C.-E.), 252, 315.
Weill (R.), 123, 157, 189, 216, 503, 701.
Weiss (P.), 124.
Werhlé (Ch.), 60, 189.
Widal (F.), 217, 252.
Woog (P.), 795.
Wovg (P.), 472.
Wunschendorff, 820.
Wurmser (R.), 670.
Wuyts (H.), 190.
Wyss (F.), 633.

Yamada (N.), 156, 446, 466, 570.
Yovanovitch, 29.
Yvon, 215.

Zerner (F.), 503.

Digitized by Google

V. — TABLE DES FIGURES

1 à 17. Alphonse Milne Edwards, *pages* : 2 à 15

18 à 29. Le Salon de l'aviation, *pages* : 18 à 22

30 à 41. Le cancer des plantes, *pages* : 34 à 40

42 à 45. L'expertise en écritures, *pages* : 46 à 48

46 à 53. Les alcools coloniaux et leur utilisation comme carburants, *pages* : 51 à 54

54. Appareil Krupp. *page* : 56

55 à 57. La chasse aux cétacés dans le monde. Son avenir dans les colonies françaises, *pages* : ....66 à 69

58 à 66. Le problème de la culture du cotonnier dans nos colonies, *pages* : 78 à 83

67 à 71. Nouveaux essais dans la culture du blé, *page* :..... 88

72 à 82. L'étude de certains composés organiques au moyen des rayons X, *pages* : .....100 à 106

83 à 85. Le problème de la culture du cotonnier dans nos colonies, *pages* : 108 à 111

86 à 87. La géologie de la Chine centrale, *pages* :.....114 à 115

88 à 89. La transmission de la puissance du moteur aux roues des automobiles, *pages* :.....116 à 117

90. Paul Broca, *page* : 129

91 à 92. La vitesse de la lumière et les théories de l'éther, *page* 136

93 à 97. Le problème de la culture du cotonnier dans nos colonies, *pages* : 143 à 148

98 à 99. Largeur des raies spectrales, *pages* :.....150 à 151

100 à 105. L'instinct maternel chez les araignées, *pages* 161 165

106 à 112. L'évolution de l'Oto-rhyno-laryngologie, *pages* : .....166 à 169

113 à 127. Le vignoble bordelais, *pages* : .....170 à 182

128 à 136. Les secrétions internes, *pages* :.....195 à 201

137 à 143. Le chauffage des chaudières, *pages* :.....204 à 208

144 à 148. La lune et les êtres marins, *pages* :.....234 à 236

149 à 152. La mécanique et la géologie, *pages* :.....238 à 241

153 à 159. Le scolyte du grain de café au Brésil, *pages* : 213 à 247

160. Recherches sur la spectrophométrie stellaire, *page* :.... 248

161 à 180. Les reptiles dinosauriens d'après les récentes découvertes, *pages* : 249 à 263

181 à 188. L'industrie houillère, *pages* : .....265 à 272

189. Les bouteilles métalliques à air liquide, *page* :..... 278

190 à 194. Daubenton, anatomiste et zoologiste, *pages* : 290 à 294

195. Le Transsaharien *page* :..... 299

196 à 199. L'industrie houillère, *pages* : .....301 à 303

200. La grande pyramide d'Égypte et l'astronomie, *page* : 306

201 à 292. L'énergie hydraulique, *pages* : .....324 à 415

293 à 307. L'Afrique équatoriale convalescente, *pages* : .....418 à 428

308 à 315. Décharges électriques dans un tube ou dans une ampoule, utilisés pour l'éclairage, *pages* :.....431 à 435

316 à 330. La description géométrique détaillée des Alpes françaises, *pages* : .....454 à 459

331. Le noyau de l'atome, *page* :..... 462

332 à 334. La cartographie officielle en Afrique occidentale française, *pages* : .....483 à 485

335 à 343. Les poissons du Danube et leur pêche, *pages* : 487 à 491

344 à 350. Les combustibles pulvérulents dans l'industrie, *pages* : 492 à 496

351 à 354. La cartographie officielle en Afrique occidentale française, *pages* : .....514 à 518

355 à 361. Les poissons du Danube et leur pêche, *pages* : 519 à 524

362 à 369. L'industrie du Radium, *pages* : .....524 à 528

370. Influence des microbes sur la fertilité du sol, *page* : 537

371. L'utilisation des scories et des cendres industrielles, *page* :..... 539

372. L'organisation de la recherche scientifique, *page* :..... 548

373 à 379. L'organisation des insectes sociaux, *pages* : 550 à 555

380 à 383. Le Rhin source d'énergie et voie navigable, *pages* :.....557 à 559

384 à 385. Un moteur à quatre temps et à quatre points morts Le moteur Andreau, *pages* : .....564 à 565

386 à 401. De la structure et de l'évolution de la matière vivante, *pages* : .....578 à 584

402 à 410. La constitution et le caractère des monstres doubles, *pages* : 593 à 596

411 à 412. Le mécanisme de l'émission lumineuse, *pages* : 597 598

413. Hydrateur à chaux *page* :..... 602

414 à 417. De la structure et de l'évolution de la matière vivante, *pages* : .....609 à 611

418 à 420. En Indochine. Ports de pêche et défense nationale, *pages* : 618 à 619

421 à 424. Les enseignements du Grand Prix de vitesse de l'Automobile Club de France, *pages* : .....621 à 623

425 à 428. La structure des lames minces, *pages* : 624 à 626

429. Four démontable pour la carbonisation des bois en forêt, *page* :..... 630

430 à 431. L'ascension capillaire dans les sols, *pages* : 631 à 632

432 à 434. Le mécanisme humoral des actions nerveuses, *pages* :.....645 à 647

435 à 436. L'exploitation des plantes et des animaux, *pages* : .....652 à 655

437 à 438. Impressions de la Guadeloupe, *page* :..... 664

439 à 443. La luminescence du phosphore, *pages* :.....674 à 676

444 à 449. Les paysages de la géographie, *pages* :.....679 à 682

450 à 453. La pyrogénation préalable des combustibles et l'utilisation du résidu solide ou semi-coke, *pages* :.....685 à 689

454 à 458. Les gravures préhistoriques de Limeuil, *pages* : .....693 à 695

459 à 465. Lois d'actions des sécrétions internes d'après les recherches sur le conditionnement physiologique des caractères sexuels secondaires, *pages* :.....707 à 714

Digitized by Google

466 à 467. L'expertise des testaments olographes, *pages* :... 721

468 à 472. Les trois expériences fondamentales pour la théorie de la relativité, *pages* :.....724 à 727

473 à 475. La paléogéographie du Maroc, *pages* :..728 à 729

476. L'habitation chez les nègres de l'Afrique Centrale, *page* : 730

477 à 481. Le développement comparé du cerveau chez l'homme et chez les singes, *pages* :..744 à 747

482 à 487. Culture et exploitation du noyer, *pages* :749 à 752

488 à 496. Le problème de la mesure des radiations, *pages* : ..... 770 à 778

497 à 499, Culture et exploitation du noyer, *pages* : 781 à 785

500. Concours franco-Belge de gazogènes, *page* : 792

501 à 520. Les signaux de brume, *pages* : .....,804 à 813

VI. — ABRÉVIATIONS

A. A. — Auric.

A. B. — Alb. B. — Dr A. Berthelot.

A. Bc. — A. Boutaric.

A. Drz. — Mme A. Bohn-Drzewina.

A. F. — A. Foch.

A. R. — R. L. — A. Rigaut.

D. P. — Debeaupuis.

Ed. M. — E. Marcotte.

E. P. — E. Poncelet.

G. Bd. — G. Bouligand.

L. Br. — L. Bruninghaus.

L. Ft. — L. F. — L. Franchet.

L. J. — L. Joleaud.

L. R. — L. Rigotard.

M. R. — M. Rigotard.

O. D. — O. Ducru.

P. G. — P. Guérin.

P. L. — P. Lemoine.

P. V. — P. Vayssières.

R. D. — R. Dongier.

R. Gd. — R. Girard.

R. T. — R. Troude.

S. R. Secrétariat de la Rédaction.

S. V. — S. Veil.

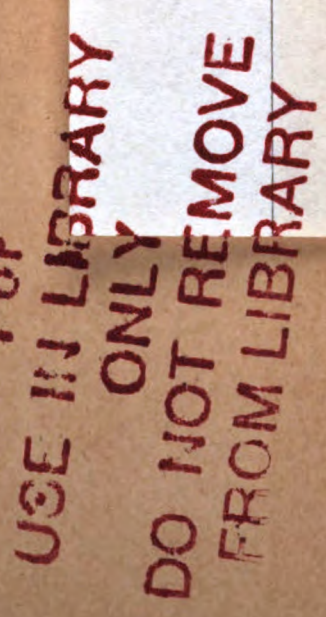
Le Gérant : M. HEDAN. Société Française d'Imprimerie d'Angers. Ateliers : Rue Garnier et rue des Carmes, Angers. Bureaux : 15, Rue du Laos, Paris (XVe).

Digitized by Google

Digitized by Google

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below



Digitized by Google

AUXILIARY COLLECTION
DOES NOT CIRCULATE

339289

Digitized by Google

Digitized by Google